MANUTENÇÃO

1) INTRODUÇÃO

Autor: Engº Lourival Tavares

A razão de ser da manutenção está em gerar condições operacionais para que equipamentos, instalações e serviços funcionem adequadamente, visando atingir objetivos e metas da empresa atendendo assim, aos clientes, ao mais baixo custo, sem perda da qualidade.

Para que a Manutenção possa atingir a Produtividade Total de forma eficaz e reduzir o número de intervenções, atuando preventivamente, de modo a atender a disponibilidade e confiabilidade operacional dos equipamentos, o planejamento nos itens abaixo é fundamental:

- Controle de custo por manutenção em equipamento;
- Estrutura de análise de ocorrências e anormalidades nos equipamentos;
- Indicadores de desempenho;
- Padronização nos processos da execução de atividades;
- Análise no índice de obsolescência de equipamentos;
- Históricos atualizados dos equipamentos;
- Treinamento específico para o pessoal;
- Treinamento nos procedimentos de higiene e segurança no trabalho;
- Pessoal específico na área de informática dedicada ao histórico e análise da manutenção preventiva ou corretiva dos equipamentos;
- Circulação das informações interna e externa;
- Evidências objetivas.

"Manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um equipamento ou instalação em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. A manutenção pode incluir uma modificação de um item ou equipamento".

Logo, a Manutenção são o conjunto de ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada.

Cabe à Manutenção fazer com que seu cliente (operação e fornecedores) atuem, também, de maneira sistêmica para o atingimento destes objetivos.

A permanência do equipamento em condições satisfatórias significa vida útil mais longa e, isto só é conseguido através de um sistema adequado e eficiente de manutenção. O gasto com métodos, processos, instrumentos e ferramentas destinadas à manutenção representa um aumento da vida útil do equipamento.

Está se tornando cada vez mais aceito pelas empresas que, para o bom desempenho da produção em termos mundiais, o gasto em manutenção deve estar ao redor de 2% ou menos do valor do ativo.

O melhoramento contínuo das práticas de manutenções assim como a redução de seus custos são resultados da utilização do ciclo da Qualidade Total como base no processo de gerenciamento.

2) POLÍTICA E FINALIDADES

Manutenção é a técnica de conservar os equipamentos e componentes em serviço durante o maior prazo possível e com o máximo rendimento. Ainda podemos definir **manutenção** como sendo a parcela de uma organização, cuja função é fornecer recursos para que haja uma eficiente operação e produção, sem interrupções provenientes de quebra

ou falhas de equipamentos do processo produtivo dessa organização. Como tal, a função da manutenção efetiva deve ser considerada como parte integral e indispensável da organização.

Ao ser implantada uma organização e administração de um departamento de manutenção, esta deve ser estruturada de forma a preencher os requisitos de cada indústria individualmente com relação à técnica, tipos de fabricação, posição geográfica da fábrica e pessoal envolvido.

Todavia existem algumas regras básicas a serem utilizadas na formação de um departamento de manutenção a fim de se obter uma ação efetiva da sua força humana. Além disso existem diversos fatores que devem ser tomados em consideração no desenvolvimento de uma boa política de manutenção.

A visão do gerente ou responsável pelo departamento de manutenção (normalmente um elemento de formação técnica) deve ser a mais ampla possível, para que ele possa administrar os atritos entre seus especialistas, assumindo as interfaces.

Como meta o departamento deve estabelecer uma definição de funções e finalidades, procurando não se afastar desse traçado, a fim de conseguir manter um quadro de pessoal e recursos condizentes com a dimensão e potencial da fábrica.

Normalmente toda função básica de manutenção se resume ao seguinte:

- Efetuar reparos, selecionar, treinar e qualificar pessoal para assumir responsabilidades de manutenção;
- Acompanhar projetos e montagens de instalações para posteriormente a manutenção poder otimizá-los;
- Manter, reparar e fazer revisão geral de equipamentos e ferramentas, deixando-os sempre em condições operacionais;
- Instalar e reparar equipamentos para atender necessidades da produção;
- Preparar lista de materiais sobressalentes necessários e programar sua conservação;
- Prever com antecedência suficiente a necessidade de material sobressalente;
- Separar o tratamento dado a equipamentos e sobressalentes nacionais dos estrangeiros, no que se refere a prever suas necessidades;
- Nacionalizar o maior número de sobressalentes ou equipamentos possíveis, dentro dos critérios de menor custo e ótima performance;
- Manter um sistema de controle de custos de manutenção para cada equipamento em que haja intervenção.

3) ORGANIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO

Toda organização deve ser estruturada de forma a preencher os requisitos de cada indústria, individualmente com relação a técnica, tipos de fabricação, posição geográfica da fábrica e pessoal envolvido.

Todavia existem algumas regras básicas a serem utilizadas na formação dos diversos departamentos a fim de obter uma ação efetiva da sua força humana, tais como:

- A estrutura da organização deve ser tão simples quanto possível de acordo com os corretos princípios de organização;
- Os níveis de autoridade (cargos de gerência) devem ser reduzidos ao mínimo.
- A amplitude do controle deve ser estabelecida levando em conta necessidades e requisitos e não índices arbitrários;

- Na atribuição de funções devem ser evitadas superposições de responsabilidades, duplicação de esforços e comunicação excessiva;
- Devem ser tomadas providências para que todas as atividades sejam supervisionadas (tenham administração);
- As responsabilidades atribuídas a cada pessoa devem ser definidas com clareza e bem compreendidas;
- Deve haver equilíbrio entre responsabilidades e meios para sua desincumbência;
- Todo titular de cargo gerencial deve prestar conta pelos resultados obtidos;
- É indispensável o reconhecimento das diferenças entre autoridade de linha, responsabilidade funcional e serviço de assessoria;
- Todo componente da organização precisa saber a quem deve prestar contas e quem é seu subordinado.

4) ESQUEMA ORGANIZACIONAL

É particularmente importante que a estrutura da organização do departamento de manutenção não resulte em uma função burocrática e artificial, assim como suas linhas de responsabilidade e autoridade devem estar bem definida. A estrutura organizacional do departamento de manutenção deve obedecer o mesmo critério estabelecido para a organização como um todo, adaptada à personalidade da indústria.

MANUTENÇÃO CENTRADA NO NEGÓCIO (BUSSINES CENTERED MAINTENANCE)

Lourival Tavares

1) BASE DE DADOS PARA GESTÃO DE MANUTENÇÃO

Para facilitar a avaliação das atividades de manutenção das empresas e permitir tomar decisões, devem ser gerados relatórios concisos e específicos formados por tabelas de índices, alguns dos quais acompanhados com seus respectivos gráficos, projetados de forma que sejam de fácil análise e adequados a cada nível gerencial.
Por outro lado os relatórios serão obtidos a partir dos bancos de dados que devem ser iniciados pelo projeto de coleta de dados para identificação dos elementos, que compõem a instalação industrial ou de serviços, suas localizações e utilidades, suas respectivas áreas de atuação, função, localização física, centro de custos, dados construtivos (manuais, catálogos e desenhos), de compra (requisição, encomendas, orçamento, datas e custos), de origem (fabricante, fornecedor, tipo e modelo), de transporte e armazenamento (dimensões, peso e cuidados), de operação (características normais e limites operativos) e de manutenção (lubrificantes, sobressalentes gerais e específicos, curvas características, recomendações dos fabricantes, limites, folgas e ajustes).

Para o estabelecimento de uma atividade planejada devem ser inicialmente feito o desenvolvimento de Instruções de Manutenção, visando orientar os executantes de manutenção nessas atividades, bem como evitar que alguma tarefa seja omitida por desconhecimento ou esquecimento.

Também deve ser montado um arquivo com as Recomendações de Segurança por tipo de equipamento que será integrado ao corpo da Ordem de Serviços de Atividades Programadas visando evitar acidentes devido a atos inseguros.

A criação ou inclusão de uma programação de manutenção deverá ser efetuada a partir do arquivo de cadastro oferecendo assim a segurança de só efetuar programação em equipamentos já cadastrados.

Para cada programação de manutenção poderão constar: a periodicidade, a época de realização (em dias, semanas, horas de funcionamento, quilômetros rodados etc.), os centro de custos, a instrução de manutenção, as recomendações de segurança, o registro de medições e os recursos de mão-de-obra (associados às respectivas quantidades), máquinas e ferramentas especiais, e material previsto para o serviço.

Durante o cadastramento e a programação devem ser utilizadas múltiplas tabelas que resulta como principais vantagens a padronização dos registros e a melhoria da velocidade de pesquisa pela redução do tamanho dos arquivos.

As novas técnicas de composição de Banco de Dados permitem que o usuário efetue a seleção para consulta ou atualização das tabelas ou dos itens de manutenção, através dos nomes como são conhecidos, evitando assim a necessidade do conhecimento dos códigos que ficarão restritos ao processamento pelo computador.

As Ordens de Serviço são específicas para cada empresa, em função dos tipos de mão-de-obra e equipamentos que possui, todavia, existe uma série de dados comuns em qualquer ramo industrial ou de serviços que estão presentes nesse instrumento de informações, como: o número consecutivo, o tipo da atividade de manutenção, o responsável pela atividade, a localização do equipamento na unidade de processo ou serviço e o período de indisponibilidade do equipamento.

Para reduzir os encargos burocráticos dos executantes de manutenção e assegurar que os serviços programados sejam executados segundo um padrão preestabelecido, a ordem de serviço de atividades programadas gerada em sistema informatizado, pode conter também as instruções de manutenção pré-impressas e no caso de ser feito algum serviço não previsto, os registros devem ser padronizados através do código de ocorrências que, além de garantir a integridade das pesquisas de histórico, irão reduzir o tamanho dos registros do banco de dados de histórico e, em conseqüência, o tempo de pesquisa. O uso desse código traz como vantagem adicional a possibilidade de pesquisa de histórico por um ou mais elementos que o compõem.

Nos Sistemas modernos também são emitidos através do computador as ordens de serviço para atividades não programadas, emitidas pelo próprio solicitante (sistemas em rede) ou por telefone através de uma central de atendimento ou do órgão de PCM - Planejamento e Controle de Manutenção, cujos registros históricos também são feitos utilizando os códigos de ocorrência.

2) TÉCNICAS DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO

Estabelecido o conjunto de informações que devem ser obtidas visando a montagem dos Arquivos de Dados de Manutenção, são projetados os Relatórios Gerenciais para acompanhamento, avaliação e tomada de decisões. Esses relatórios serão compostos de dados de fontes externas à manutenção (operação, material e administração de pessoal), e internas (planejamento e controle, estudos ou engenharia de manutenção e execução) e que após tratadas deverão gerar relatórios concisos e específicos para tomada de decisões visando a Confiabilidade Operacional (Gerência de Equipamentos), Redução de Custos (Gerência Financeira) e Otimização dos Serviços (Gerência de Mão-de-obra).

Boa parte dos relatórios gerenciais se baseiam em análise de índices podendo ser identificados mais de 40 utilizados pela área de manutenção, dentre os quais seis se destacam por serem conhecidos como “índices classe mundial”.

Chamam-se “índices classe mundial” aqueles que são utilizados segundo a mesma expressão em todos os países. Dos seis “índices classe mundial”, quatro que se referem a análise da gestão de equipamentos e dois que se referem a gestão de custos, de acordo com as seguintes relações:

- Tempo Médio Entre Falhas;
- Tempo Médio Para Reparo;
- Tempo Médio Para Falha;
- Disponibilidade de Equipamentos;
- Custo de Manutenção por Faturamento;
- Custo de Manutenção pelo Valor de Reposição.

Ver Capítulo Indicadores de Performance.

3) PRINCÍPIOS BÁSICOS DE CONTROLE DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

Processos são normalmente afetados por um cem número de razões, levando a que na maioria das vezes os resultados desejados não sejam atingidos, ou sejam alterados.

Processos portanto, requerem usualmente ser controlados por várias razões, dentre as quais se poderia destacar:

- Eliminar ou reduzir o erro humano;
- Reduzir o trabalho e seus custos, que tendem a elevar o preço dos produtos;
- Minimizar o consumo de energia;
- Reduzir o tamanho de plantas e de estoques intermediários;
- Atender a regulamentações ambientais;
- Atingir e/ou manter um resultado desejado.

4) PDCA E CONTROLE DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

A metodologia proposta por Deming para gestão da qualidade pode ser encarada como sendo uma oportuna transposição para o contexto gerencial, da teoria básica de controle de processos industriais, ou seja: girar o PDCA é nada mais nada menos que controlar o processo de atingimento de um resultado desejado. A gestão da qualidade pelo método PDCA pode então ser vista como um Sistema de Controle a Realimentação do Processo Qualidade.

Aplicar o PDCA em toda atividade, é simplesmente controlar todo o processo de busca de um dado resultado de forma a atingi-lo sem que ocorram desvios em relação às expectativas.

Entretanto, isto nem sempre é possível e na maioria das vezes vamos observar que o resultado atingido após a execução de um dado planejamento é diferente do esperado, sendo portanto indesejado. Temos aí um desvio ou um problema.

Mas o que é problema? Algumas definições corriqueiras são apresentadas a seguir:

1. Questão matemática proposta para que lhe dê a solução;
2. Questão não solvida e que é objeto de discussão, em qualquer domínio do conhecimento;
3. Proposta duvidosa, que pode ter numerosas soluções;
4. Qualquer questão que dá margem a hesitação ou perplexidade, por difícil de explicar ou de resolver;
5. Algo que incomoda;
6. uma questão a ser resolvida;
7. uma situação inconveniente

8. um efeito nocivo; ... etc.

Novamente, deparamo-nos com uma palavra que usada genericamente pode expressar uma série de coisas.

No campo técnico, um problema é definido como "qualquer desvio de um padrão". Esta conceituação é fundamental e poderá ser observada nas várias definições da palavra.

Fundamentalmente, problema é desvio. Um problema é portanto um "gap" entre o estado atual de questões, assuntos, efeitos ou resultados e as "metas" ou modos como as coisas "deveriam" estar.

Para se reconhecer um problema deve-se fazer comparações a algum tipo de padrão (ou meta estabelecida), para ver se há discrepância e, se houver, investiga-la para conhecer o tipo e o grau de variação. É importante observar que as vezes alguma tolerância na variação do resultado é admissível e deve ser considerada.

Os padrões podem ser genericamente classificados em dois grupos: - padrões estabelecidos e padrões desejados. Os padrões estabelecidos são metas realísticas resultantes da avaliação da situação corrente. Os padrões desejados, são objetivos superiores e mais idealísticos (benchmark) que resultam da insatisfação com os padrões estabelecidos correntes.

No contexto de "desenvolvimento contínuo" alguns autores afirmam que "não ter problema é um problema!" Tal afirmação entretanto apenas ilustra a importância de, ao se atingir o estágio de equilíbrio entre os resultados e as metas estabelecidas, atuar-se sobre os padrões elevando-os ao nível de padrões desejados, criando assim situações de problema e evitando a estagnação ou acomodação (manutenção do "status quo").

Segundo a definição do livro "Controle da Qualidade Total", problema é um "resultado indesejado". Tal definição se coaduna perfeitamente com as demais se considerarmos que para definir se um resultado é ou não "indesejado", deveremos medi-lo e compara-lo àquilo que seria desejado. Recorrendo novamente a analogia ao controle de processos industriais e admitindo que problema é desvio padrão, notamos que problema é o erro decorrente da etapa de verificação do resultado e comparação com o desejado. Um problema é, portanto, por definição o resultado de uma verificação.

5) A COMPETITIVIDADE INDUSTRIAL

Já não causam mais surpresas e nem se constituem novidades as freqüentes referências às necessidades de mudanças da competitividade industrial.

Desde o pós-guerra, as características das atividades econômicas experimentaram alterações que impuseram diferentes ritmos de desenvolvimento, até o período atual, em que decididamente a competitividade industrial deixou de ser definida pelos ganhos de escala e da produção seriada, tipificada pelo modelo "fordista" passando a ser decidida nos campos da qualidade e da produtividade. A economia de escala está dando lugar a economia de escopo. Neste cenário a manutenção desponta-se como a única função operacional que influencia e melhora os três eixos determinantes da performance industrial ao mesmo tempo, isto é, custo, prazo e qualidade de produtos e serviços.

6) ESTADO DA ARTE EM GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO

Durante os últimos anos, a alta administração focalizou sua atenção principalmente em qualidade de produtos e serviços, freqüentemente assumindo que os custos estavam sob controle.

A busca acirrada de vantagens competitivas levou à conclusão de que o custo de manutenção não está sob controle e é um fator importante no incremento do desempenho global dos equipamentos.

Atualmente observa-se que as empresas bem sucedidas têm adotado uma visão prospectiva de gerenciamento de oportunidades, usualmente suportada por:

- Rotinas sistematizadas para economizar manutenção;
- Sistemas de manutenção com auxílio de processamento eletrônico de dados;
- Ferramentas e dispositivos de medição no estado-da-arte;
- Consultorias competentes no reconhecimento do potencial de melhoria e implementação de soluções estratégicas.

O melhoramento contínuo das práticas de manutenções assim como a redução de seus custos são resultados da utilização do ciclo da Qualidade Total como base no processo de gerenciamento.

Melhorias significativas nos custos de manutenção e disponibilidade dos equipamentos foram atingidas, através da:

- Absorção de algumas atividades de manutenção pelas equipes de operação dos equipamentos;
- Melhoria contínua do equipamento;
- Educação e treinamento dos envolvidos na atividade de manutenção;
- Planejamento da manutenção com "enfoque na estratégia de manutenção específica por tipo de equipamento".

7) A MUDANÇA DE ENFOQUE DA MANUTENÇÃO

O sucesso de uma companhia é, em grande parte, devido à boa cooperação entre clientes e fornecedores, sejam internos ou externos. Os atritos criam custos e consomem tempo e energia. O gerenciamento dinâmico da manutenção envolve administração das interfaces com outras divisões corporativas.

A coordenação do planejamento da produção, da estratégia de manutenção, da aquisição de sobressalentes, da programação de serviços e do fluxo de informações entre estes subsistemas eliminam conflito de metas.

Altas disponibilidades e índices de utilização, aumento de confiabilidade, baixo custo de produção como resultado de manutenção otimizada, gestão de sobressalentes e alta qualidade de produtos, são metas que podem ser atingidas somente quando operação e manutenção trabalham juntas.

Áreas de manutenção bem sucedidas evoluíram de manutenção não planejada para manutenção baseada em estratégia.

Os especialistas em manutenção são repetidamente confrontados com a questão acerca do método de manutenção mais eficaz. A resposta é a combinação certa de todos os métodos disponíveis, isto é, manutenção por quebra, manutenção com base no uso e manutenção baseada na condição.

A previsibilidade e o impacto das falhas sobre o negócio apontam para o tipo de estratégia a ser adotada conforme a importância das várias unidades da planta.

São levadas em conta na árvore de decisão para seleção do correto mix dos métodos, fatores como a utilização desejada, se o processo de produção é contínuo ou intermitente, qualidade do produto, requisitos de segurança, projeto/configuração da unidade da planta e efetividade dos custos, previsibilidade da falha, tempos médios entre falha e tempos médios para reparos.

Na avaliação do ponto ótimo de manutenção, constata-se que o custo total de manutenção é influenciado pelo custo de manutenção regular (custo de reparo) e pelo custo da falha (perda de produção). Assim a estratégia ótima de manutenção é aquela que

minimiza o efeito conjunto desses componentes de custo, ou seja identifica o ponto, onde o custo de reparo ainda é menor do que o custo da perda de produção.

A manutenção planejada atinge reduções de custos através da eliminação de desperdício do estabelecimento de estratégia por equipamento e do aumento da capacidade, disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos.

O planejamento de manutenção é composto de uma série de atividades, sendo as principais etapas do processo: focalizar o esforço; desenvolver os planos e implementá-los. O resultado desse planejamento deverá ser uma série coerente de estratégias de manutenção continuamente monitoradas e ajustadas visando minimizar os custos totais.

São características de uma manutenção ótima:

- Focalizar as habilidades de manutenção departamental no planejamento e controle de manutenção e não no conserto de quebras e melhorias de equipamentos;
- Realizar trabalho de manutenção de acordo com planos documentados e padronizados, tarefas programadas e ordens de serviços;
- Realizar manutenção preventiva de acordo com o programa (não adiar serviços);
- Documentar e analisar o histórico de manutenção e quebras visando assegurar que os índices de falha sejam otimizados e os custos totais minimizados, medir e melhorar a produtividade de pessoal e identificar oportunidades de melhoria;
- Desenvolver os sistemas inteligentes necessários para promover as ações indicadas pela manutenção baseada na condição e, desta forma capturar o conhecimento atual e futuro.

8) MANUTENÇÃO VISTA SOB O FOCO DA NECESSIDADE

Vamos analisar a relação entre o acompanhamento da disponibilidade "versus" a necessidade de utilização de equipamentos , onde foram obtidos os respectivos índices de "disponibilidade" e "necessidade de utilização".

Na maioria dos equipamentos, o índice de disponibilidade é superior ao da necessidade de utilização de cada um. No caso dos elevados índices de disponibilidade estarem sendo obtidos a custa de altos investimentos de recursos humanos e caso a confiabilidade operativa do equipamento não seja crítica, devem ser feitas reavaliações quanto aos critérios de manutenção utilizados.

Observa-se que, no exemplo, as Bombas de Drenagem 1 e 2 apresentaram disponibilidade menor do que a necessidade sendo este o ponto prioritário de análise e ação de reajuste do Sistema de Planejamento, que também deverá levar em consideração suas importâncias operacionais no processo, os custos de reparo e os tempos médios entre falhas e para reparo.

A análise indicada para equipamentos também pode ser aplicada a componentes ou peças, sendo esta utilização válida para avaliar que partes de um equipamento, obra ou instalação devem merecer maior atenção dos mantenedores e que parte pode sofrer apenas manutenção preventiva por condição (reparo de defeito) ou corretiva.

Vejamos um exemplo:

Se uma frota de caminhões só é utilizada durante o dia e qual seria a necessidade de efetuar uma manutenção planejada no sistema de iluminação deles (faróis, lanternas, luzes de cabina etc.) ?

Obviamente que estas partes do equipamento poderiam sofrer apenas manutenção corretiva sendo até recomendável que a troca de lâmpadas queimadas fosse feita pelo próprio operador do equipamento.

A avaliação dos critérios de manutenção a serem aplicados depende normalmente da análise de disponibilidade frente a necessidade de utilização do equipamento, embora devam ser observados outros aspectos como sua importância na atividade fim da empresa,

o custo de manutenção em relação ao imobilizado (custo acumulado de manutenção em relação ao custo de aquisição do equipamento), o tempo médio entre falhas, o tempo médio para reparo, a obsolescência do equipamento, as condições de operação a que são submetidos, os aspectos de segurança e os aspectos de meio ambiente.

Considerando um conjunto de itens (equipamentos, obras ou instalações) fundamentais em uma linha de processo ou serviço, onde suas maiores disponibilidades têm relação biunívoca com maior produtividade e conseqüente geração de receita para a empresa, na avaliação dos pontos críticos podem ser encontradas as seguintes condições:

Itens em série - Neste caso, a disponibilidade final será obtida pelo produto das disponibilidades de cada item.

Itens em paralelo - Neste caso, a disponibilidade final será obtida pela soma dos produtos das disponibilidades de cada item por suas capacidades de produção, dividido pelo produto das capacidades de produção desses itens.

Itens redundantes - Neste caso, a disponibilidade final será obtida pela diferença entre a unidade e os produtos da diferença da unidade com a disponibilidade de cada item.
Obviamente, a disponibilidade final de um sistema misto de itens será o resultado da conversão a um sistema simples (série) e posteriormente a busca do elemento que esteja contribuindo para o pior valor.
Feita essa análise, dois caminhos podem ser adotados.

- Equalizar os resultados de todos os itens em relação ao que apresenta o pior desempenho (solução econômica), ou;
- Procurar aumentar a disponibilidade do "gargalo" de forma a poder obter maior produtividade do conjunto (solução estratégica).

Finalmente, utilizando a árvore de decisões, deverão ser comparados os dados de disponibilidade e capacidade com os valores de outros indicadores e variáveis como:

- TMEF (tempo médio entre falha);
- TMPR (tempo médio para reparos);
- Custo relativo de reparo;
- Idade;
- Responsabilidade da manutenção;
- Condição insegura de operação;
- Risco ao meio ambiente;
- Rentabilidade operacional;
- etc.,

Para definir o tipo de estratégia de intervenção a ser adotada:

- **Preventiva por monitoramento** - (sensores com medições com freqüência inferior a um dia e controle preditivo);
- **Preventiva por estado** - Inspeção - (seguimento de variáveis com freqüência máxima semanal e controle preditivo);
- **Preventiva por tempo** - (desmontagem periódica para limpeza, ajustes e substituição de peças);
- **Preventiva por condição** - (reparo de defeito);
- **Corretiva** - (eliminação de causa que impede o item de operar).

Como alternativa para estabelecimento do tipo de intervenção a ser adotado podem ser usados símbolos ou sinais gráficos para indicar a condição favorável, indiferente ou desfavorável de atendimento às necessidades operativas do item, como, por exemplo, setas

para cima, para baixo e para a direita; sinais de +, - e ±; caras sorrindo, triste ou apática, etc.

A combinação desses caracteres ou símbolos irá determinar a melhor estratégia de atuação em cada caso, podendo ser estabelecidos pesos para cada uma das variáveis para indicar sua maior ou menor importância quanto a decisão a tomar ou simplesmente utilizar a experiência de cada um dos envolvidos nessa decisão.

MANUTENÇÃO CLASSE MUNDIAL

Júlio Nascif Xavier

1) INTRODUÇÃO

Nos países do primeiro mundo, notadamente nos Estados Unidos, é bastante nítida a preocupação, que todos têm, em situar suas empresas no 1º quartil, ou seja, entre as empresas excelentes ou melhores do mundo. Em conseqüência a área de manutenção dessas empresas procura também a excelência. Não há empresa excelente sem que os seus diversos segmentos também não o sejam.

Apoiados nessa necessidade, a manutenção nas empresas norte americanas buscam a melhoria de modo constante utilizando, simplesmente, as melhores práticas que são conhecidas por todos nós. Mas, apesar de conhecermos todas essas melhores práticas verificamos que poucas empresas podem considerar sua manutenção como classe mundial. Não é exagero afirmar que no Brasil, hoje em dia, temos a maioria das manutenções com características de 3º Mundo.

A grande diferença entre as nações que obtêm excelentes resultados e o nosso país está num pequeno detalhe de enorme importância: eles conhecem e fazem, nós conhecemos e não fazemos.

2) MANUTENÇÃO DE TERCEIRO MUNDO

Fazendo uma rápida análise do que encontramos em grande parte das manutenções em nosso país, podemos distinguir algumas características e algumas conseqüências, oriundas dessas características, que podem demonstrar o que seja uma Manutenção de Terceiro Mundo:

Principais Características :

- Alta taxa de retrabalho;
- Falta de pessoal qualificado;
- Convivência com problemas crônicos;
- Falta de sobressalentes no estoque;
- Número elevado de serviços não previstos;
- Baixa Produtividade;
- Histórico de manutenção inexistente ou não confiável;
- Falta de planejamento prévio;
- Abuso de "gambiarras";
- Horas Extras em profusão;
- TOTAL FALTA DE TEMPO PARA QUALQUER COISA.

Essas características podem estar todas presentes na manutenção de uma determinada empresa e, nesse caso, a situação merece uma melhoria global. É possível que em outras empresas, haja ocorrência de algumas dessas características no entanto elas serão o bastante para prejudicar os resultados.

Principais Conseqüências :

- Moral do Grupo sempre em baixa;
- Falta de confiança do(s) cliente(s);
- Constante falta de gente (Este costume é o principal problema do gerente de manutenção do 3º mundo) ;
- Não cumprimento de prazos;
- Elevado número de equipamentos abertos (em manutenção);
- Disponibilidade baixa;
- TMEF baixo;
- Perda de produção por problemas de equipamentos;
- Manutenção predominantemente corretiva não planejada;
- NÃO SE MEDE, NÃO SE ESTUDA, NÃO SE PLANEJA.

3) A MUDANÇA NO ENFOQUE MANUTENÇÃO COMO FUNÇÃO ESTRATÉGICA

A seguir apresentamos a mudança no enfoque da manutenção quando se compara ONTEM com HOJE e o FUTURO.

➢ ONTEM

Reparar o equipamento o mais rápido possível;
Preocupação limitada à Manutenção.

➢ HOJE - FUTURO

Manter o equipamento disponível para operar;
Preocupação com a Empresa.

As perguntas que o homem de manutenção deve se fazer, constantemente, são as seguintes:

O que a empresa necessita para atender o mercado de forma mais competitiva ?
O que a Manutenção pode oferecer para que a empresa consiga atender o mercado de forma mais competitiva ?

Algumas respostas, tão conhecidas de todos, vêm imediatamente à mente:

Disponibilidade	**Razão de ser da manutenção, deve ser alta.**
Confiabilidade	**Os equipamentos devem ter alta confiabilidade.**
Custos	**Devem ser adequados.**

Logo a seguir mais 3 respostas podem ser acrescentadas às primeiras:

QUALIDADE
SEGURANÇA
MORAL

Percebe-se que essas respostas podem e devem se constituir em indicadores que a Manutenção deve acompanhar e melhorar.

Indicadores servem para nos dizer onde estamos e permitir que definamos para onde queremos ir.

Como a Manutenção é uma função estratégica dentro da organização, o seu desempenho afeta, diretamente, o desempenho da empresa. Logo, qualquer medida que implique em mudança rumo a melhoria deve ter ponto de partida na Gerência. A sustentação desse movimento será obtida pelo(a):

- Empenho da gerência - Isso deve ser visível para toda a organização e não somente para a manutenção.
- Participação de todos - Nenhum programa pode ter sucesso sem isso.
- Obtenção de melhorias - À medida que as melhorias começam a aparecer, atuam como impulsionadoras e motivadoras da mudança.
- Lucro com os resultados - Os lucros com resultados podem ser traduzidos por uma grande variedade de benefícios que passam pela permanência da empresa no mercado, manutenção do emprego, redução de chamadas em fins de semana e horários de descanso, maneira mais ordenada de realizar o serviço, etc.

4) MANUTENÇÃO CLASSE MUNDIAL

Uma vez assimilada a necessidade de mudança de enfoque fica claro que para Empresa com Performance Mundial é necessária Manutenção Classe Mundial.
E como fazer para se atingir a Manutenção Classe Mundial?

Normalmente a resposta a essa pergunta é a adoção de melhores práticas de manutenção, as quais serão relacionadas adiante. No entanto faz-se necessário entender e praticar dois fundamentos:

a) Sair do estágio em que se encontra a manutenção, hoje, e alcançar a Manutenção Classe Mundial;
b) Caminhar na direção dos melhores com velocidade compatível e se manter entre eles.

Desenvolvimentos da manutenção :
Reativa - Controlada - Inovadora - Classe Mundial

Se a Manutenção estiver no primeiro estágio - **REATIVA**, isto é, reagindo aos acontecimentos, ela estará praticando Manutenção Corretiva não Planejada. Nessa situação quem comanda a manutenção são os equipamentos. Nessa fase não se consegue inovar; não acontecem melhorias.

É preciso dominar a situação, controlar a manutenção para que se possa, a partir daí, introduzir as melhorias tão necessárias. Assim é necessário, primeiro, **CONTROLAR**, poder analisar, diagnosticar e prever quais serão os próximos passos, para depois **INOVAR**. Somente depois dessas duas fases pode-se atingir a **MANUTENÇÃO CLASSE MUNDIAL**.

O segundo fundamento está relacionado com a necessidade de buscar a superioridade, ou seja, sair da igualdade para se colocar entre os melhores do mundo. Num cenário de alta competitividade, os resultados das empresas e de seus segmentos devem ser cada vez melhores e a melhoria contínua é um objetivo de cada um.

Se na nossa busca por essa superioridade mantivermos uma velocidade baixa, comum a empresas e manutenções de 3º mundo, jamais alcançaremos resultados que nos insiram no rol das empresas e manutenções de classe mundial. É preciso promover uma ruptura com os métodos e com a velocidade atual e buscar ultrapassar o benchmark em um tempo menor. Ninguém vai ficar nos esperando nessa corrida; todos estão competindo.

5) MELHORES PRÁTICAS

Para nos situarmos num contexto de Manutenção Classe Mundial devemos fazer o seguinte:

- Rever as práticas de manutenção adotadas :
  a) Privilegiar a Manutenção Preditiva e Detectiva;
  b) Fazer Engenharia de manutenção;
  c) Cortar serviços desnecessários para reduzir custos : é muito comum encontrar uma aplicação maior do que a necessária nos recursos na manutenção. Serviços desnecessários consomem boa parte desses recursos e entre esses podemos citar: excesso de manutenção preventiva, problemas de qualidade de mão de obra que geram repetição de serviços e maior tempo na execução dos serviços, problemas tecnológicos e problemas crônicos, dentre outros.

- Novas políticas de estoque de sobressalentes
  Podemos incluir como condições desejáveis as seguintes ações:
  - 100% de confiabilidade no controle de estoque;
  - Giro do estoque > 1 por ano;
  - Eliminação de materiais sem consumo;
  - Materiais e sobressalentes em consignação;
  - Parcerias estratégicas com fornecedores.

  Já passou o tempo de ficar com os armazéns lotados de sobressalentes, significando um imobilizado elevadíssimo. É tempo de ousar, adotar novas relações comprador-fornecedor.

- Sistema de gerenciamento da manutenção
  A utilização de sistemas de gerenciamento da manutenção objetiva maximizar a capacidade produtiva através de melhorias no desempenho e vida dos equipamentos, para operar a baixo custo por unidade produzida ou serviço prestado.

  Isso é conseguido em conseqüência da:
  - Redução dos serviços em emergência;
  - Aumento das horas produtivas;
  - Redução das horas extras;
  - Cobertura de 100% das Ordens de Trabalho;
  - Banco de dados com histórico dos equipamentos e ordens de trabalho;
  - Planejamento pró-ativo (integrado - mão de obra, material, serviço de terceiros).

- Parceria operação - manutenção
  Para que a empresa atinja a excelência é necessária a melhoria em todas as áreas e isso só será obtido pelo engajamento e colaboração de toda a equipe. Hoje não há espaço para comportamentos estanques e herméticos ultrapassados onde cada área era um mundo particular. A parceria operação-manutenção é fundamental nesse caminho e pode se dar através da formação de times em áreas específicas que podem ser utilizados para análise conjunta de: falhas, problemas crônicos, desempenho de equipamentos, planejamento de serviços e até na programação diária.

  Essa prática promove, em consequência:
  - maior integração entre o pessoal;
  - alto envolvimento no resultado final;
  - maior compreensão, mútua, dos problemas e dificuldades;
  - respostas mais rápidas na solução de problemas;

- desenvolvimento de uma cultura aberta e honesta entre a operação / produção e a manutenção.

- Capacitação e polivalência
  A crescente complexidade das plantas industriais aliada à necessidade de melhores índices vem exigindo uma reformulação nos conceitos antigos de especialização e habilidades da mão de obra. Atividades que eram feitas por uma especialidade passaram a ser executadas, também, por outras especialidades, com a mesma qualidade e, sempre em nome da qualidade e rapidez do serviço. Exemplo típico na área de soldagem é o soldador que faz o passe de raiz, faz o ensaio de líquido penetrante e os demais passes até completar a solda.

  As empresas buscam:
  - Equipes enxutas;
  - Domínio tecnológico – qualificação;
  - Multi-especialização ;
  - Menor número de especialidades envolvidas.

  A melhor prática nesse campo é aquela obtida quando as funções são enriquecidas com tarefas complementares, tanto no sentido de tarefas mais complexas quanto de tarefas menos nobres mas, ambas importantes para melhorar a execução do serviço. Nesse aspecto um mecânico além de suas tarefas de desmontagem, medição, e montagem também executaria a limpeza e lavagem de peças, retirada e colocação de instrumentos do equipamento, drenagem e colocação de óleo e usaria maçarico para esquentar uma peça com interferência no eixo que deva ser desmontada.
  Para que isso seja obtido é preciso TREINAR.

- T P M - Manutenção Produtiva Total
  Junto com o 5S e a polivalência, o TPM pode ser considerado como prática básica na manutenção moderna. Muito utilizado em empresas de manufatura, o TPM deve ser adotado por outras indústrias. Pelo TPM a afirmação "Da minha máquina cuido eu" é adotada pelos operadores que passam a dispensar ao(s) equipamento(s) uma atenção especial, coisa totalmente diferente do descaso que se verifica em muitas indústrias hoje em dia. No bojo dessa atitude em relação às máquinas estão a observação do desempenho, a limpeza, organização e atividades de manutenção. À medida que os operadores executam tarefas elementares de manutenção, os mantenedores podem se dedicar a tarefas mais complexas e atividades de análise e melhoria da planta. Veja abaixo.

  Operadores - Executar tarefas de manutenção, Lubrificação regulares, engaxetamento, reaperto.
  Mantenedores - Executar tarefas com maior grau de complexidade ou dificuldade.
  Engenheiros - Planejamento, projeto e desenvolvimento de equipamentos que "não exijam manutenção".

  Para que isso aconteça é preciso TREINAR.

- Técnicas de análise de falhas
  Para a obtenção do aumento da confiabilidade dos equipamentos instalados nas plantas industriais é imprescindível a utilização de técnicas de análise de falhas. Quando a manutenção, através de seu pessoal ou em grupos multidisciplinares utiliza essas ferramentas, está praticando Engenharia de Manutenção. Essas técnicas, basicamente, identificam a causa do problema, sugerem uma ação de bloqueio e solução dos

problemas que impactam negativamente a confiabilidade de equipamentos ou instalações.

Dentre as técnicas de análise de falhas merecem destaque:
FMEA - Failure Mode and Effect Analysis - Análise do Modo e Efeito da Falha
RCFA - Root Cause Failure Analysis - Análise da Causa Raiz da Falha
MASP - Método de Análise e Solução de Problemas
RCM - Reliability Centered Maintennce - Manutenção Centrada na Confiabilidade, também incluída aqui apesar de ser mais abrangente. No item a seguir será comentado um pouco mais da RCM

➢ RCM – (Reliability Centered Maintenance) Manutenção Centrada na Confiabilidade
O RCM é um processo usado para determinar os requisitos de manutenção de qualquer item físico no seu contexto operacional. Para isso, o processo analisa o seguinte:
- Funções e padrões de desempenho;
- De que forma ele falha;
- O que causa cada falha;
- O que ocorre quando acontece a falha;
- O que pode ser feito para prevenir a falha.

Como resultados, se obtém:
- Otimização do programa de manutenção preventiva e preditiva;
- Otimização do investimento feito nesses programas;
- Aumento da disponibilidade o que permite aumento da produção.

➢ Terceirização
A terceirização tem sido uma das estratégias empresariais para o aumento da competitividade. Verifica-se uma forte tendência à terceirização desde que as empresas perceberam que devem centrar seus esforços na atividade fim, ou seja no seu negócio. Uma série de atividades, que não são atividades fins da empresa, pode ser terceirizada. Exemplos clássicos são as áreas de alimentação, vigilância, usinagem e limpeza, dentre outras. Existem empresas no mercado cuja atividade fim e vocação é fazer alimentação, vigilância etc., e normalmente o fazem bem melhor.
Nesse processo é preciso ter muito cuidado para não se fazer uma empreiteirização que caracteriza uma contratação mal feita, com firmas inidôneas ou sem a capacitação para execução dos serviços.
A terceirização pressupõe:
- Parceria;
- Confiança;
- Ganhos Estratégicos;
- Enfoque na Qualidade;
- Cooperação e Objetivos comuns.

Quando isso é contemplado, ambos, contratante e contratada tem os mesmos objetivos e convivem numa relação ganha-ganha . No caso da manutenção, o objetivo de ambos será aumentar a disponibilidade da planta, e ambos ganharão se isso for obtido, não interessando se a quantidade de serviços executados caiu. Afinal maior disponibilidade vai implicar em menor intervenção na planta.

➢ Melhoria contínua
Sempre existe um modo melhor de fazer as coisas. A melhoria contínua, também conhecida por kaizen, deve ser uma preocupação constante das organizações e das pessoas. Essa melhoria atinge os métodos, processos, pessoas, ferramentas, máquinas,

enfim tudo que se relaciona com as nossas atividades no dia a dia. A busca da melhoria tem que estar baseada nos indicadores e relacionados com os benchmarks.

GERENCIAMENTO MODERNO DA MANUTENÇÃO
ALAN KARDEC PINTO

1) INTRODUÇÃO

Uma grande variedade de instrumentos gerenciais tem sido colocada à disposição do homem de manutenção, CCQ, TPM, GQT, PQM, Terceirização, entre outros, são, simplesmente, ferramentas e, como tal, a sua simples utilização não é sinônimo de bons resultados. Temos visto muitos gerentes transformarem estas ferramentas em objetivos da manutenção, e os resultados são desastrosos.

Não tenho dúvida que a causa básica do fracasso é o não conhecimento da Missão da Manutenção, seus conceitos básicos, seus novos paradigmas; conhecendo-se tudo isto, a utilização daquelas ferramentas levará, certamente, a novos patamares de qualidade.

"Todo vento é favorável para quem não sabe aonde ir".

2) MANUTENÇÃO MODERNA

A atividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, e, sim, manter o equipamento em operação, evitar a sua falha. Esta é a grande mudança de paradigma.

É comum encontrarmos, ainda, indicadores de manutenção que medem apenas sua eficiência, e isto é muito pouco para uma empresa moderna. Precisamos medir a Disponibilidade é atuar para obter aquela que a fábrica necessita para atender seu mercado.

A manutenção deve ser organizada de tal maneira que o equipamento é parado somente quando nós definirmos esta parada. É a manutenção planejada.
Quando o equipamento para sem uma definição de nossa parte, estamos diante de uma manutenção não planejada.

Não será mais aceitável que o equipamento pare de maneira não planejada.

O bom gerenciamento da atividade de manutenção consiste em ter a equipe atuando para evitar que ocorram falhas, e não manter esta equipe atuando, rapidamente, no conserto dessas falhas.

- **Paradigma do passado** - O homem de manutenção sente-se bem quando executa um bom reparo.
- **Paradigma moderno** - O homem de manutenção sente-se bem quando, também, evita a necessidade do trabalho, evita a quebra.
- **Paradigma do futuro** - O homem de manutenção sente-se bem quando ele não tem que fazer nenhum reparo, ou seja, quando conseguir evitar todas as quebras não planejadas.

3) PRODUTO DA MANUTENÇÃO

A produção é, de maneira básica, composta pelas atividades de operação e manutenção.

Existem outras atividades que dão suporte à produção: suprimento, inspeção, engenharia, entre outras.

O único produto que a operação deseja comprar da manutenção chama-se **Disponibilidade**.

É bom ter em mente que "quanto maior a disponibilidade menor é a demanda de serviços", e a medida desta dá, de maneira indireta, a medida daquela.

4) CONCEITO MODERNO DE MANUTENÇÃO

Há bem pouco tempo, o conceito predominante era de que a Missão da Manutenção era a de restabelecer as condições originais dos equipamentos/sistemas.

Hoje, a sua Missão é a de garantir a disponibilidade dos equipamentos/instalações para atender a um programa de produção com confiabilidade, segurança e custos adequados.

Esta mudança de paradigma afeta, sobremaneira, as ações do homem de manutenção.

Se no passado era comum um gerente dizer que seu principal problema era falta de gente, hoje, não se tem dúvida, que seu principal problema é **EXCESSO DE DEMANDA DE SERVIÇOS**, decorrentes de uma **CONFIABILIDADE** não adequada.

A questão Falta de Gente X Excesso de Demanda pode parecer um jogo de palavras, mas não o é. Se no primeiro caso a solução passa pelo simplismo de se colocar mais gente o que, diga-se de passagem, era um caminho pouco inteligente, no segundo caso os caminhos são diferentes, como veremos adiante.

- Redução da demanda de serviços
  O aumento da confiabilidade, da segurança e da redução de custos, passa, necessariamente, pela redução da Demanda de Serviços, que tem as seguintes causas básicas:

  - **Qualidade da Manutenção** - sua não qualidade provoca o chamado "resserviço", que nada mais é que um tempo médio entre falhas - TMEF -, inadequado (falha prematura).
  - **Qualidade da Operação** - do mesmo modo, sua não qualidade provoca uma falha prematura, reduzindo o TMEF, não por uma questão intrínseca do equipamento/sistema, mas por uma ação externa incorreta.
  - **Problemas Crônicos** - devido ao paradigma ultrapassado de restabelecer as condições dos equipamentos/sistemas, o homem de manutenção e a própria organização, habituaram-se a não modernizar a instalação, e com isto conviver com problemas repetitivos, ainda que de solução conhecida.
  - **Problemas Tecnológicos** - a situação é exatamente a mesma da anterior, apenas a solução não é, de todo, conhecida, o que exigirá uma engenharia mais aprofundada.
  - **Serviços Desnecessários** - isto acontece, não só devido a uma filosofia errada de aplicar uma manutenção preventiva exagerada, sem se considerar o binômio Custo X Benefício, como também por uma natural insegurança, pelo excesso de falhas, que leva o homem de manutenção e de operação a agirem "preventivamente".

  Podemos afirmar que de modo geral esta demanda pode ser reduzida em pelo menos 30%.

- Tipos de manutenção x mudança de paradigma
  Sabemos que existem 4 tipos básicos de manutenção:

- **Corretiva** - Correção da falha ocorrida;
- **Preventiva** - Intervenção em intervalos de tempo pré-determinados;
- **Preditiva** - Análise da condição do equipamento/sistema;
- **Engenharia de manutenção** - Correção da causa básica, visando a Missão da Manutenção.

É importante distinguir a corretiva planejada da não-planejada.

A manutenção corretiva não-planejada é, totalmente, indesejável, pelas consequências danosas para a produção.

A manutenção corretiva planejada é aquela, por exemplo, decorrente de uma preditiva, e podemos chamá-la de "inteligente".

A manutenção preventiva, da qual se exagerou muito no passado sem uma adequada análise do custo X benefício, só deve ser realizada nos seguintes casos:

- quando não é possível a preditiva;
- quando estão envolvidas segurança pessoal ou operacional;
- quando há oportunidade em equipamentos críticos;
- quando afeta a continuidade operacional.

Mudanças de paradigmas e suas consequências para a Disponibilidade:

- a primeira mudança ocorre quando passamos da preventiva para a preditiva;
- a segunda mudança ocorre quando passamos para a engenharia de manutenção.

5) PAPEL DA MANUTENÇÃO NO SISTEMA DA QUALIDADE DA ORGANIZAÇÃO

O Sistema da Qualidade de uma organização é formado por vários sub-sistemas que se interligam através de relações extremamente fortes e interdependentes.

Nesse contexto a Manutenção tem um papel muito importante, pois para cumprir a sua Missão, que é a disponibilidade dos equipamentos/instalações para atender a um programa de produção, com confiabilidade, segurança e custos adequados, ela precisa atuar como elo de ligação das ações dos sub-sistemas de engenharia, suprimento, inspeção de equipamentos, entre outros, para atender ao cliente-fim interno que é a operação.

6) O GIRO INADEQUADO DO PDCA

O grande erro tem sido o de fazer o giro apenas em torno do "Do", ou seja, cada vez mais estamos procurando executar melhor o reparo, ou seja, estamos cada vez mais eficientes. Entretanto, se percorrêssemos o ciclo completo, poderíamos encontrar maneiras de, atuando na causa básica, aumentar, substancialmente, o Tempo Médio Entre Falhas - TMEF, ou até mesmo, evitar que a falha ocorra; ou seja, nos tornaríamos eficazes.

Exemplificando: não basta encontrarmos a melhor maneira de fazer a manutenção de selos mecânicos; será que a melhor solução não é trocarmos o selo por acoplamento magnético?

7) TERCEIRIZAÇÃO NA MANUTENÇÃO

Não dá para falar de Disponibilidade sem abordar esta questão.

O nível de contratação que já atingimos no Brasil mostra que é necessário uma ação estratégica para que ela possa contribuir para a disponibilidade da fábrica.

Se nosso negócio é **disponibilidade** e esta, quanto maior, menor é a demanda de serviço, fica a pergunta: os contratados, na sua grande maioria contratos por preço unitário, contribuem para aumentar esta disponibilidade? A resposta é **NÃO**.

E a razão é óbvia. Caso contribuam para aumentar a disponibilidade estarão reduzindo a demanda de serviços, razão de ser da existência do contratado; ou seja: a contratada vende serviço, quando o que o cliente deseja é disponibilidade.

A solução estratégica é transformar os contratados em parceiros, onde o pagamento além de ser pelo serviço executado, tenha uma parcela importante resultante da disponibilidade.

Por outro lado, a realidade brasileira precisa caminhar da "Empreiteirização" para a "Terceirização", assim entendidas como definidas à seguir:

EMPREITEIRIZAÇÃO	**TERCEIRIZAÇÃO**
Desconfiança	Confiança
Levar vantagem em tudo	Política do ganha/ganha
Ganhos a curto prazo	Economia de escala
Pluralidade de fornecedores	Fornecedor único
O preço decide	Enfoque na qualidade
Antagonismo	Cooperação
Contratada como adversário	Contratada como sócio

8) CONCLUSÃO

O novo papel da manutenção é o grande desafio gerencial desta década.
A mudança de paradigmas e de conceitos, a visão sistêmica do negócio, levarão a grandes inovações. Neste contexto, é de fundamental importância que o gerente seja um agente de mudança, lidere esta nova fase, que será uma caminhada cheia de novos desafios. Por outro lado, o não entendimento desta nova rota levará, certamente, a perdas incalculáveis.

Estamos diante de uma grande oportunidade; **VAMOS APROVEITÁ-LA**.

MANUTENÇÃO EMPRESARIAL

Alan Kardec Pinto

Para que a manutenção possa contribuir, efetivamente, para que a empresa caminhe rumo à excelência empresarial é preciso que a sua gestão seja feita com uma visão estratégica. Esta postura atual é fruto dos novos desafios que se apresentam para as empresas neste cenário altamente competitivo, decorrente de uma economia globalizada, onde as mudanças se sucedem em alta velocidade e a competitividade é fator de sobrevivência.

A gestão da manutenção, como a da própria empresa, precisa estar sustentada por uma Visão de Futuro traduzida por metas estratégicas e regida por Processos de Gestão ou caminhos estratégicos (“melhores práticas”) para se alcançar a Visão.

Para definir as metas, que explicitam a Visão de Futuro, o ideal é a adoção do “benchmarking” que é o processo de análise e comparação de empresas do mesmo segmento de negócio, com o propósito de conhecer:

- As melhores marcas ou “benchmarks” das empresas vencedoras, objetivando definir as metas de custo, médio e longo prazos;
- A situação atual da sua empresa e com isto apontar as diferenças competitivas;
- Os caminhos estratégicos das empresas vencedoras ou as “melhores práticas”;
- Além de conhecer, chamar a atenção da organização para as necessidades competitivas.

Na falta ou mesmo na impossibilidade de adoção do processo “benchmarking”, pode-se e deve-se definir as metas e adotar os caminhos estratégicos.
A manutenção empresarial deve estar voltada prioritariamente para:

- Aumento da disponibilidade e da confiabilidade;

- Redução da demanda de serviços;
- Aumento do faturamento e do lucro / Otimização de custos;
- Aumento da segurança pessoal e das instalações;
- Preservação do meio ambiente.

Falando em faturamento, lucro e custos, é preciso que cada um conheça, pelo menos, o faturamento e o custo da sua empresa, além do custo da manutenção. Podemos afirmar que o custo de manutenção representa, na média, 3,59% da faturamento das empresas. Apesar de ser importante reduzir os custos de manutenção que, em geral, ainda são altos, é preciso aumentar a disponibilidade – confiabilidade, reduzindo assim os custos da manutenção.

A correta utilização dos tipos de manutenção constitui um dos caminhos estratégicos para alcançar as metas estabelecidas.

A estratégia evidente é:

- Maximização da preditiva e da engenharia de manutenção, representada pelo mantenedor "cabeçudo" e de "braços curtos", porque usa muito a cabeça para pensar e eliminar a causa básica da falha e pouco os braços para intervir;
- Minimização da corretiva decorrente de falhas não previstas, representada pelo mantenedor de "cabeça pequena" e "braços fortes" pelas razões opostas às anteriormente citadas.

Observando, ainda, constata-se duas mudanças de paradigmas, influindo fortemente nos resultados estratégicos:

- A primeira mudança é quando se passa da preventiva para a preditiva, ou seja, no lugar de se parar o equipamento ou sistema por questão de tempo de funcionamento, ele é mantido em operação até um limite preestabelecido (vibração, temperatura, vazão, etc). Desta maneira consegue-se o máximo de disponibilidade para a qual o equipamento ou sistema foi projetado, construído e mantido;
- A Segunda mudança ocorre quando se passa da preditiva para a engenharia de manutenção ou seja, ocorrida a necessidade da intervenção é fundamental que se busque a causa básica. Esta análise para ser eficaz deve, sempre que possível, ser feita por um grupo multifuncional envolvendo pessoas da manutenção, operação e engenharia.

No paradigma atual, a manutenção precisa estar em condições de evitar todas as falhas não previstas ou seja, a atividade de manutenção existe para que não haja manutenção emergencial. Infelizmente, boa parte da comunidade de manutenção ainda se sente bem quando executa uma boa corretiva; embora isto seja importante, é muito pouco para uma manutenção empresarial; este paradigma não leva ao sucesso.

"Não é mais aceitável que os equipamentos ou sistemas parem de modo não previsto".

É preciso trabalhar com a "cabeça", hoje, (preditiva e engenharia de manutenção) para não ter que intervir com os "braços" amanhã (corretiva não prevista).

Outra "melhor prática" a ser ressaltada é a questão da qualificação e certificação das pessoas. Podemos afirmar, inclusive, que este caminho estratégico precede a qualquer outro.

"Não existe processo que dê bons resultados se não for através de pessoas qualificadas e certificadas. Este é o mais importante fator crítico de sucesso".

Finalmente, o aumento da disponibilidade e da confiabilidade, da melhoria do atendimento à produção, da melhoria das condições de segurança, da preservação

ambiental, da motivação da equipe e da redução de custos, no médio prazo, andam juntos e na mesma direção.

Neste cenário, absorção das inovações tecnológicas e de gestão, rapidez de percepção das mudanças, flexibilidade e capacidade de trabalhar em equipe são características essenciais para pessoas e organizações que vão sobreviver neste início do terceiro milênio.

Estas estratégias precisam ser implementadas rapidamente. A quem cabe esta tarefa? Cabe, principalmente, ao gerente e ao supervisor da manutenção.

"É isto que vai ajudar a aumentar a competitividade da sua empresa e, também, a sua empregabilidade".

GERENCIAMENTO GLOBAL DE MANUTENÇÃO - TERCEIRIZAÇÃO

Celso Teixeira

1) INTRODUÇÃO

O Gerenciamento Global de Manutenção apareceu inicialmente no Polo Petroquímico de Camaçari, em meados de 1989, como uma decorrência natural da racionalização de recursos e da concentração da atenção das empresas nas suas principais atividades, experiência já ocorrida em diferentes lugares em outros países.

Desde então, vem se expandindo cada vez mais rápido, e com o passar do tempo aumenta a discussão e consequentemente a compreensão sobre o assunto. Atualmente mais de meia centena de empresas de diferentes segmentos no Brasil, adotaram o Gerenciamento Global de Manutenção como uma opção gerencial. Isso é um forte indicador da força desse método de trabalho, que tem sido empregado com sucesso, principalmente para a rápida melhoria do desempenho dos processos de custo e qualidade na manutenção.

2) EVOLUÇÃO DA CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS

A contratação de terceiros é antiga. Era comum a contratação de pessoal para a complementação de mão-de-obra em serviços cuja demanda excedia os recursos disponíveis, ou para a realização de trabalhos de baixa especialização. A principal característica dessa modalidade é que todas as responsabilidades técnicas e de produtividade são de quem aluga a mão-de-obra.

Ainda hoje encontramos empresas que preferem a contratação de mão-de-obra em detrimento da contratação de serviços. Talvez, por não acreditarem que um prestador de serviços possa agregar valor ao trabalho por ele realizado, ou por quaisquer outras razões, desde corporativismo até por ter sido vítima de experiências com terceirizações de resultados duvidosos.

Nas empresas de serviço, com raras exceções, a prática sempre foi a de terceirizar a manutenção. As contratantes, consideravam a empresa contratada como "faz tudo" e colocavam (quando o faziam) um administrador do contrato burocrata, sem qualquer conhecimento técnico.

Com esta falta de administração adequada, as terceiras se corromperam pela falta de gestão. Os gerenciadores do contrato não tinham nível técnico, não exigiam qualquer controle, até por desconhecimento do que pedir ou analisar.

Filosoficamente, para "vender" seus serviços, as terceiras mostravam mapas, gráficos, planilhas, controles etc. que posteriormente não eram utilizados, ou seja, as empresas "vendiam um produto que não tinham". Além disso pagavam muito mal a seu pessoal, gerando insatisfação,falta de compromisso e desmotivação.

Por outro lado, as contratantes sempre buscavam contratos mais baratos, gerando falta de recursos para uma adequada remuneração do pessoal, treinamento, sistemas de gestão, instrumentação e controles adequados.

Em conseqüência as contratadas não podiam se utilizar de sistemas de gestão dos serviços que executavam, por um lado por falta de recursos e por outro por falta de nível do pessoal para os operar.

Uma boa gestão de manutenção terceirizada, pode ser feito com a implementação de uma série de parâmetros para equalização com as seguintes características:

- Definição dos serviços;
- Estabelecimento das diretrizes administrativas do “staff”;
- Estabelecimento de valores e qualificação da mão de obra;
- Definição dos mecanismos de identificação e registro de dados cadastrais dos equipamentos;
- Padronização das tarefas de intervenção sistemática;
- Padronização das recomendações de segurança;
- Padronização da programação de intervenção sistemática;
- Estabelecimento de mecanismos adequados de solicitação e execução dos serviços;
- Definição dos tipos de relatórios;
- Definição de equipamentos e recursos de primeira linha - Material; ferramentas e instrumentos;
- Definição de material de consumo - por conta da contratada com estimativa de gasto mensal indicada na proposta;
- Definição dos salários e benefícios (plano saúde e vale de refeição);
- Resultados diferenciados em administração e lucro.

Provavelmente, as razões são as mais diversas, porém o importante é que as empresas que assim procedem estão perdendo a oportunidade de primeiro, utilizar-se do conhecimento de empresas especializadas, que poderiam trazer contribuições valiosas da sua experiência acumulada em trabalhos prestados a diversos segmentos e empresas. Em segundo lugar, permitir o desenvolvimento de prestadores de serviço, que não tendo comprometimento com o passado, podem trazer uma nova visão sobre as tarefas e processos melhorando - os, o que nesse caso é uma virtude. E em terceiro, por possibilitar custos mais adequados, conferindo maior competitividade ao produto final.

Mais recentemente, o mercado passou a contratar por Preço Unitário, depois por Preço Global. O Preço Unitário tem a vantagem de atribuir a responsabilidade técnica e da produtividade ao executante. Porém a maior desvantagem desse modelo é que, conceitualmente, ele não permite que tomadores e fornecedores tenham objetivos comuns. Nesse caso quanto mais um ganha, mais o outro perde, o que é desagregador e não permite o desenvolvimento de uma parceria real.

O Preço Global deve ser aplicado quando o serviço tem contornos bem definidos, ficando clara a responsabilidade sobre a qualidade e o cronograma do trabalho.

O Gerenciamento Global veio trazer uma nova forma de relação entre fornecedor e comprador de serviços onde, para um escopo de trabalho definido o custo é fixo, dentro de um período conhecido. A partir daí os dois passam a ganhar juntos ou perder juntos. Nesse caso além da responsabilidade técnica, o prestador tem também a responsabilidade gerencial, o que lhe permite alocar os recursos de forma mais adequada para além de garantir a produção planejada, investir em melhorias que serão ganhos no futuro. Os ganhos devem ser compartilhados com todos os envolvidos, porque só assim conseguiremos o compromisso completo da equipe com as metas fixadas.

Já existem dirigentes que não estão satisfeitos em pagar valores fixos ao prestador de serviço. Desejam que este seja remunerado, pelo menos em parte, proporcionalmente ao desempenho da sua empresa como um todo. Nesse caso caminhamos para uma relação diferente, em que o parceiro passa a ser como um sócio. Pois sócio é aquele que se submete aos riscos do negócio e que ganha ou perde conforme o resultado global.

3) DESAFIOS DA MANUTENÇÃO

Os desafios da manutenção continuam os mesmos, aumento da qualidade e adequação dos custos as necessidades dos produtos e mercados. A forma de conseguirmos isso é, principalmente, através do aumento da produtividade e da redução da carga de trabalho da manutenção, pela solução inteligente dos problemas críticos e crônicos que encontramos nas empresas.

4) PRIORIDADES DO CLIENTE

Entre as prioridades dos clientes, ou seja de quem compra os serviços de manutenção, destacamos três que consideramos as mais importantes:

- CUSTO
- QUALIDADE
- CONFIANÇA

O custo na maioria dos casos é apontado como o mais importante requisito para quem compra serviços. A qualidade também é importante, tanto que hoje é considerada um item intrínseco aos produtos e serviços. A Confiança é definida como a capacidade que uma empresa tem de atender a outra na qualidade e quantidade, quando requerido pelo cliente.

5) PRIORIDADES DO PRESTADOR DE SERVIÇOS

Entre as prioridades dos prestadores de serviço, gostaria de destacar algumas listadas abaixo, que por certo favorecem um desempenho positivo, por parte de quem executa o trabalho.

- CONTRATOS DE LONGA DURAÇÃO
- VOLUME DE SERVIÇOS
- RESPONSABILIDADE TÉCNICA
- LUCRO
- QUALIDADE

A lista acima não está necessariamente na ordem de importância, a conjugação dos fatores é o que realmente importa.

Os contratos de longa duração, três anos ou mais , são importantes pela visão de longo prazo. Quem deseja investir em treinamento, equipamentos, procedimentos, ferramental e demais recursos que levem ao aprimoramento dos serviços, precisa de um tempo mínimo para amortizar os investimentos.

Para a diluição adequada dos custos indiretos existe a necessidade de um volume mínimo de serviços que suporte esses gastos.

Quem precisa investir no aprimoramento técnico para com isso aumentar sua rentabilidade, precisa necessariamente ter a responsabilidade técnica sobre o que executa, pois da sua atuação dependerá o resultado final.

A existência do lucro é condição necessária que permite o investimento no aprimoramento e desenvolvimento dos serviços e produtos.

A qualidade é considerada como parte integrante dos serviços e produtos. Não podemos admitir comprar qualquer coisa que não tenha a qualidade requerida. Pode ser um automóvel ou uma caixa de fósforos, pouco importa, o importante é que ao se adquirir um bem ou serviços deveremos receber exatamente o que foi solicitado. Dessa forma é que o prestador de serviços se afirma no mercado permitindo o desenvolvimento de sua atividade.

O atendimento dessas prioridades será um diferenciador, desde que sejam reconhecidas pelo mercado como formas de agregar valor ao serviço prestado.

6) ATENDIMENTO AO CLIENTE

A “terceirização construtiva” tem que atender aos requisitos do cliente se desejar ter sucesso. Vamos lembrar o que foi destacado anteriormente como sendo mais importante para os compradores de serviço:

- **CUSTO** - para o mesmo escopo de trabalho o valor deverá ser menor, pois a empresa especializada tem que ter um gerenciamento melhor sobre os recursos, principalmente porque serão pelo menos em parte compartilhados com outros contratos, possibilitando racionalização e economia na gestão de uma forma global.
- **CONFIANÇA** - esse é um atributo que se adquire vivenciando diferentes situações, onde fica demonstrada a capacidade e a conduta de cada empresa. O mercado como um todo é o verdadeiro atestador deste atributo, através as realizações já contratadas.
- **QUALIDADE** - o custo é importante mas não é tudo. Na escolha do parceiro adequado provavelmente esse item deverá ter uma ponderação elevada por tudo que já foi anteriormente escrito sobre qualidade.

7) MUDANÇA DE RELAÇÃO

As bases que regem essa relação devem estar assentadas na confiança mutua. Porque um dependerá do outro para ter sucesso completo em atingir as metas. Para tanto as discussões devem ser aprofundadas até que todas as dúvidas desapareçam. A partir desse momento os objetivos devem estar alinhados. É evidente que tem que haver previamente um mínimo de sintonia entre as partes pois empresas que não comunguem dos mesmos ideais terão dificuldades de encontrar objetivos comuns.

8) TODOS GANHAM

Para a criação de condições propícias a formação de times de trabalho, existe a necessidade que todos possam ganhar com o atingimento das metas estabelecidas:

- A empresa, pelo aumento da produção;
- Os funcionários, pela participação nos resultados;
- O prestador de serviços, por prêmios por desempenho;
- Os empregados do prestador de serviços, pela gratificação diferenciada;
- A comunidade, pelo recolhimento de impostos.

9) MISSÃO

A missão do prestador de serviços que seja responsável pela manutenção completa de uma instalação industrial, não é diferente de outras organizações de manutenção. Ela tem que estar permanentemente voltada para atender de forma holïistica ao processo global da empresa, sem se descuidar dos detalhes específicos de sua atividade.

Segundo o ideograma chinês que representa manutenção, manutenção é FAZER E CRESCER, essa é a nossa missão.

10) CUIDADOS NA CONTRATAÇÃO

Fonte : Administação Moderna da Manutenção - Lourival Tavares

Os cuidados na contratação para não caracterizar o vínculo trabalhista do empregado da prestadora de serviços são :

1) Não contratar, em princípio, os serviços que envolvam somente mão de obra, quando se enquadrem nas rotinas normais e permanentes das atividades fins

da empresa;

2) Atribuir como responsabilidade integral da contratada a quantificação, seleção e qualificação técnica, compatíveis com os serviços contratados;

3) Não permitir a utilização conjunta de pessoal da contratada com pessoal da empresa na mesma tarefa;

4) Adotar, preferencialmente, forma de pagamento que abranja o total do serviço ou retribuição parcial de fácil avaliação evitando-se pagamento por homens-horas;

5) Impedir o uso, pelo pessoal da contratada, de formulários ou outros papeis que sejam exclusivos da contratante;

6) Proibir que os trabalhadores das contratadas sejam utilizados em serviços que não estejam sejam especificados no contrato;

7) Evitar que a fiscalização da contratante interfira ou dê ordens aos executantes do serviço. Isto deve se feito a través do responsável da contratada;

8) Não permitir que o controle de freqüência do pessoal da contratada seja feito através dos mesmos meios ou instrumentos usados pela contratante.

A contratação, quando bem administrada, só traz vantagens para o contratante e o contratado e, no atual momento, é legal, estratégico e oportuno.
Legal no sentido de que a vontade da empresa seja consagrada desde que tomados os devidos cuidados legais nas contratações (registro dos empregados, controle de freqüência, composição dos salários, documentos usados para comprovar o pagamento de salários e benefícios, pagamento de adicional noturno,
existência de contrato de trabalho, férias e demais determinações de proteção do trabalhador - encargos sociais e de segurança do trabalho).

CONFIABILIDADE DE PLANTAS E BENCHMARKING NA MANUTENÇÃO
Michael Hernu

1) RESUMO

Um questionário de pesquisa foi a base de descrição da performance em confiabilidade e praticas de manutenção em cerca de sessenta empresas químicas em cinco diferentes países. Cobrindo um variado leque de processos e tamanhos de plantas, teve como alvo a identificação dos fatores de complexidade e práticas de manutenção, daquelas plantas, que apresentam o maior impacto direto na confiabilidade e efetividade dos custos. Um sistema de índice de custos foi adotado e alguns exemplos ilustrativos são resultados de análises estatísticas dos dados coletados. Como uma conseqüência do exercício as empresas participantes tem tido, ainda, significativa economia e modelos de correlação estão sendo agora desenvolvidos para identificar, estatisticamente, quais dos cerca de seiscentos benchmarks de fatores de potencial causal fornecem o mais efetivo nível na condução da boa performance.

2) INTRODUÇÃO

Em 1995 um grupo de empresas membros do CMA incluindo Dow, DuPont, Eastman Chemicals, Exxon Chemicals, Rohm and Hass, Shell Chemicals e Union Carbide, iniciaram um ambicioso projeto para identificar quais fatores de complexidade das plantas e práticas de manutenção que tinham impacto direto na confiabilidade e eficácia nos custos. O objetivo dos diretores corporativos e gerentes seniores dessas empresas de ponta era adquirir benchmarks em confiabilidade de utilização e de custo de manutenção e quantificar – uma vez que a os fatores de complexidade fossem nivelados – o valor de contribuição de cada uma dessas práticas.

Trabalhando com a Solomon Associates (Dallas), entre 1995 e 1997 o grupo desenvolveu um questionário compreensivo, coletando dados de operação, durante 1996, de 63 plantas de 34 empresas em 5 países (cobrindo um total de 270 linhas de produto), derivando 750 benchmarks e produzindo um relatório das descobertas.

Relatórios para plantas específicas também foram desenvolvidos e entregues pela Solomon Associates através de workshops para a gerencia das empresas. Participantes do estudo de 1997 ficaram entusiasmados com os resultados. Uma planta participante com performance de custo melhor que a média experimentava US$ 10M de gastos de manutenção em excesso. A utilização dos resultados do estudo e dados do CMA para guiar o desenvolvimento de estratégia e orientar implementação foi considerada, por eles, ser a pedra angular no sucesso de seus esforços para reduzir esses gastos em cerca de 25% nos 2 anos seguintes.

Uma extenso estudo iniciado em 1999 tem a expectativa de adicionar reforço ao benchmark, identificar mudanças na indústria e estabelecer uma base para análise de tendências.

Modelos de correlação de computador também estão sendo desenvolvidos para identificar estatisticamente quais dos 660 benchmarks de fatores potenciais causais fornecem o nível mais eficaz na orientação de boa performance com respeito a custos de

manutenção e confiabilidade da planta. Os esforços preliminares de modelagem tem sido promissores.

O feedback dos participantes indicou caminhos nos quais os dados para o estudo de 1999 puderam ser coletados utilizando um questionário menor, mais amigável e mais bem orientado.

Os participantes receberiam um disquete para entrada dos dados (incluindo mecanismos de verificação e "prompts" para facilitar a qualidade dos dados) bem como com uma cópia do questionário em papel. Além disso os dados da linha de produto poderiam ser entregues tanto por planta como por unidade de negócio.

A participação foi aberta para qualquer operação de fabricação química em qualquer local do globo. Confidencialidade tem sido mantida através de um acordo da CMA com a Solomon Associates para coleta e análise dos dados.

3) FILOSOFIA DO BENCHMARKING

No início deste projeto para benchmark de confiabilidade de plantas químicas e eficácia da manutenção, havia uma concordância geral em diversos fundamentos chaves:

- Um estudo confiável tinha que ser baseado em fatos não em opiniões. A necessidade era por conclusões que fossem extraídas de dados de plantas reais por análise estatística.
- Desde que o propósito da manutenção é melhorar a confiabilidade da planta, a verdadeira eficácia tinha que ser medida em termos de ambos, custos de manutenção e performance da confiabilidade.
- A característica física e técnica de cada planta química é única. Plantas são diferentes em lay-out, processo, alimentação e reação do produto, complexidade da planta e redundância de equipamentos. Indicadores de performance que não levassem em conta essas variações seriam inválidos.
- Todas as plantas tinham organizações distintas. Elas diferiam no grau de integração, pessoas, organização, cultura, disponibilidade de terceiros, e em muitas outras coisas. A metodologia do estudo tinha também que contemplar essas diferentes contribuições para a performance.
- As maiores categorias de equipamentos, tais como equipamentos estacionários, equipamentos rotativos, elétrica e instrumentação, mostrariam, provavelmente, ter características distintas de performance e fatores causais.
- Havia um incentivo que compelia progredir para além do benchmarking da indústria. Análises avançadas eram necessárias para escolher dados altamente inter-relacionados para achar a performance padrão de uma planta específica e as verdadeiras causas da performance superior. O tempo teria que trazer métodos analíticos avançados para a manutenção.
- O indicador mestre era custo – ambos de perda da confiabilidade e de manutenção – como um percentual do "replacement value" [1]
- O estabelecimento de padrões de performances realistas era altamente desejável. Um padrão simples para tal diversidade industrial era problemático. Entretanto, foi antecipado que fórmula padão levando em conta diferenças de plantas, provaria ser factível para estabelecer padrões de performance para diversas plantas.

Esses eram os fundamentos para uma abordagem inovadora. A base de conhecimento fornecidas não poderiam ser obtidas através de um relatório tipo "quick-fix". O sucesso do estudo requeria uma abordagem por estágios, aprendendo com o que foi colhido, validando os dados selecionados, e consultando constantemente os conhecimentos do comitê de condução da CMA e a Solomon Associates.

Nota 1: Plant Replacement Value – Valor que seria necessário para subsituir todos os ativos da planta expresso em dólares. Nesses ativos se incluem todas as instalações e equipamentos necessários à produção.

4) INDICADORES DE MEDIDA DE PERFORMANCE

- Tamanho da planta
  O volume de ativos a ser mantido é um elemento crítico na medida da performance da confiabilidade e da manutenção. Ele foi mensurado no estudo pelo "replacement value" da planta para o qual os custos de confiabilidade e manutenção estavam sendo relatados. Foram fornecidos aos participantes valores do índice de custo de indústrias químicas pra garantir-lhes a converter uniformemente os custos de projeto e construção de sua planta em valores para o estudo do ano em questão.
  Seus dados estavam então validados, tanto quanto possível, contra base de dados existentes. Além disso, dentro de cada família de linha de produtos a relação do "replacement value" e máxima produção diária foi comparada, e aquelas plantas, onde ocorreu um grande desvio em relação ao valor médio, foram questionadas. Utilidades e área externa foram excluídos da análise.

- Índice de perda da confiabilidade
  Confiabilidade, após segurança, é o componente quantificável mais importante de indicador da eficácia da manutenção. Nesse estudo, confiabilidade foi medida – em termos de perda de produção atribuída à função manutenção – de três modos:
  - *Paradas programadas da planta*, para propósito de manutenção (projeto e outras paradas programadas que não de manutenção foram excluídas)
  - *Paradas não programadas*, devidas a falha atual ou eminente de equipamentos.
  - *Paradas de produção (production shutdowns)*, as quais foram devidas a parte da planta sendo parada ou em carga reduzida por motivos de manutenção.

  Os percentuais de paradas de manutenção planejadas e não planejadas e redução de carga foram medidos no total e analisados pelas categorias de equipamentos causadores, isto é:
  - Equipamentos estacionários e tubulação;
  - Equipamentos rotativos;
  - Equipamentos elétricos;
  - Instrumentação e controle.

  Um índice de perda de confiabilidade poderia daí ser medido por cada categoria de equipamento. A identificação desse índice por equipamento causal era fundamental para ganhar uma compreensão precisa do impacto que a severidade e complexidade da planta e fatores organizacionais podiam ter tido em diferentes áreas de confiabilidade. Para o propósito desse estudo, perda de produção estava equacionada pra perda de margem bruta, estando a margem bruta padronizada a 20% do valor da planta.

  O Índice de perda de confiabilidade pra a família de equipametos é calculado como:

  Índice de Perda de Confiabilidade da Planta x Percentual de paradas causadas pela família de equipamentos

  O benefício de avaliação do Índice de perda de confiabilidade dessa maneira era que a perda de confiabilidade e custos de manutenção avaliados na mesma base e podem daí serem combinados para dar uma performance global de eficácia da manutenção (overall maintenance effectiveness performance).

- Índice de Custo da Manutenção

O índice de custo da manutenção é um elemento predominante do Indicador de Eficácia da Manutenção. No estudo os custos de manutenção, direta ou indireta, dos componentes foram registrados. Os custos diretos foram analisados por categoria de equipamentos.
O peso da manutenção de rotina ou revisão geral de cada categoria de equipamento foi medida como um percentual do custo total. As categorias analisadas foram:

- Equipamentos estacionários e tubulação;
- Equipamentos rotativos;
- Equipamentos elétricos;
- Instrumentação e controle.

A identificação dos custos de manutenção por equipamentos foi fundamental para obter uma compreensão precisa do impacto da severidade e complexidade da planta e fatores organizacionais que poderiam ter tido em diferentes áreas de custo, e também avaliar links de performance.

O Índice de custo de manutenção por família de equipamentos foi daí calculado como:

Índice do Custo de Manutenção x Percentual do Custo total incorrido pela família de equipamentos

Quando o Indicador de eficácia de manutenção foi calculado, os custos indiretos de manutenção e os custos da mão de obra de manutenção foram calculados pro-rata para a família de equipamentos, diretamente do Indice de Custo de Manutenção.

- Índice de Custo de Sobressalentes no estoque (Spares Holding Cost Index)

O custo de um inventário de sobressalentes e materiais em estoque, para fins de manutenção foi o terceiro elemento do Indicador de eficácia da manutenção. O custo do inventário em estoque (como qualquer investimento) consiste, geralmente, dos juros a serem pagos pelo capital imobilizado. Os dados colhidos no estudo mostraram uma faixa de menos que 10% até mais de 25% na taxa anual que as empresas aplicam no capital imobilizado de inventário de sobressalentes. Para garantir comparação entre as empresas, uma taxa de 20% ao ano foi tomada como padrão, no estudo, como valor aplicado no inventário de sobressalentes (uma taxa tomada para cobrir os juros anuais, desperdício, manuseio e seguros).

Desse modo o custo de sobressalentes em estoque de uma planta é dado pela fórmula:

Custo de Sobressalentes em estoque = Valor do inventário em estoque · 20%

O custo de sobressalentes em estoque por família de equipamentos foi então calculado como:

Índice de Custo de sobressalentes em estoque x Percentual do valor de estoque de sobressalentes da família de equipamentos.

5) TRABALHO FUTURO

Os dados do estudo mostram claramente que índices de confiabilidade e manutenção das instalações variam largamente. Quanto desta variação refletiu verdadeiramente as diferenças de performance? Para saber, nós devemos descobrir quanto da variação é causada por diferenças fixas na característica física da instalação tais como severidade do processo e complexidade de equipamentos. Com esse conhecimento, uma performance padrão calculada poderia ser estabelecida para cada instalação independente do seu mix linhas de produtos. Uma avaliação mais apurada da verdadeira performance poderia então ser o desvio de tal padrão.

Esse conceito foi testado desenvolvendo um protótipo multi-variável, modelo preditivo para Índice de Custo de Manutenção Elétrica. O padrão de performance atual e o calculado (performance atingível da planta física) são ambos mostrados. Os desvios da performance atual ocorrem em ambas direções. Aqueles abaixo do padrão poderiam ser chamados a melhor manutenção executada desde que não há desvio (para pior) em sua performance de confiabilidade.

Mas o que poderia explicar a melhor performance em algumas instalações? Para chegar a isso, um modelo de "performance gap" foi desenvolvido dos dados do estudo nas características organizacionais.

O modelo era então usado para predizer o gap de performance de cada instalação. É, por assim dizer, impressionante como aproxima a performance predita da performance atual. Claramente, o modelo "performance gap" identificou alguns fatores causais que explicaram muito da variação na performance atual. Isto provavelmente significa que fatores controláveis têm sido destacados, que podem ser mudados pela gerência, e que uma predição quantificada pode ser feita com respeito a quanta melhoria é desejável ao resultado para um dado nível de variação de cada fator causal.

Esse projeto patrocinado pela CMA continua com o objetivo de ultimamente converter, via análise avançada e modelagem, os dados base em base de conhecimento. Um novo nível de entendimento e quantificação dos inter-relacionamentos de confiabilidade e manutenção com fatores técnicos e organizacionais da planta parecem estar ao alcance dos participantes em seu projeto único e desafiador.

TIPOS DE MANUTENÇÃO

1) INTRODUÇÃO

Por vezes verificamos que, entre o pessoal de manutenção, ainda existe alguma confusão quanto à nomenclatura utilizada para definir os tipos de manutenção. Isso se verifica em função de:

- Adoção de nomes diferentes de uma indústria para outra
- Neologismo próprio por vezes derivado de traduções de algumas línguas estrangeiras
- Disseminação do nome dos tipos de manutenção, nem sempre bem explicado ou entendido mas que ganha o costume local ou particular.

Os nomes podem até variar, mas o conceito deve estar bem compreendido. A firme conceituação permite a escolha do tipo mais conveniente para um determinado equipamento, instalação ou sistema.
Consideramos bastante adequada a seguinte classificação em função dos tipos de manutenção:

1.1) Manutenção corretiva - é a atuação para correção da falha ou do desempenho menor que o esperado.
A Manutenção corretiva pode ser dividida em duas classes:

Manutenção Corretiva Não Planejada – correção da falha de maneira aleatória, ou seja é a correção da falha ou desempenho menor que o esperado após a ocorrência do fato.
Esse tipo de manutenção implica em altos custos pois causa perdas de produção; a extensão dos danos aos equipamentos é maior.

Manutenção Corretiva Planejada – é a correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo, detectivo, ou até pela decisão gerencial de se operar até a falha.
Esse tipo de manutenção é PLANEJADA. Tudo que é planejado é sempre mais barato, mais seguro e mais rápido.

Em algumas indústrias esses 2 tipos de manutenção corretiva são conhecidos como Manutenção Corretiva Previsível e Manutenção Corretiva Não Previsível.

1.2) Manutenção preventiva - é a atuação realizada para reduzir ou evitar falhas ou queda no desempenho, obedecendo a um planejamento baseado em Intervalos Definidos de TEMPO.
Um dos segredos de uma boa preventiva está na determinação dos intervalos de tempo. Como, na dúvida, temos a tendência de sermos mais conservadores, os intervalos normalmente são menores que o necessário o que implica em paradas e troca de peças desnecessárias.
A preventiva tem grande aplicação em instalações ou equipamentos cuja falha pode provocar catástrofes ou riscos ao meio ambiente; sistemas complexos e/ou de operação contínua.
Como a Manutenção Preventiva está baseada em intervalos de tempo, é conhecida como TIME BASED MAINTENANCE - TBM ou Manutenção Baseada no Tempo.

1.3) Manutenção preditiva - é um conjunto de atividades de acompanhamento das variáveis ou parâmetros que indicam a performance ou desempenho dos equipamentos, de modo sistemático, visando definir a necessidade ou não de intervenção. Onde utilizamos qualquer recurso de predição (Ex. Vibração,Ultra-som,termografia...).

Quando a intervenção, fruto do acompanhamento preditivo, é realizada estamos fazendo uma MANUTENÇÃO CORRETIVA PLANEJADA.

Esse tipo de manutenção é conhecido com CONDITION BASED MAINTENANCE - CBM ou Manutenção Baseada na Condição.
Permite que os equipamentos operem por mais tempo e a intervenção ocorra com base em dados e não em suposições.
Algumas empresas adotam uma classificação onde a Preventiva engloba as Manutenção Baseada no Tempo e a Manutenção Baseada na Condição, isto é a Preditiva seria um ramo da Preventiva. Optamos por mantê-la separada tendo em vista as características diferentes das duas.

Denomina-se Manutenção Preditiva por medição de vibrações o controle, efetuado com instrumental de medição próprio, das condições de funcionamento de máquinas em operação (em serviço normal de produção), com a finalidade de predizer falhas e detectar tais mudanças no estado físico que tornem necessária a programação dos serviços de manutenção com a antecedência necessária para evitar quebras ou estragos maiores. Entre os objetivos da Manutenção Preditiva destacam-se:

- Determinar antecipadamente quando será necessário realizar serviços de manutenção numa peça específica de um equipamento;
- Eliminar desmontagens desnecessárias para inspeção;
- Aumentar o tempo da disponibilidade dos equipamentos;
- Minimizar trabalhos de emergência ou não planejados;
- Impedir a propagação dos danos;
- Aproveitamento da vida útil total dos componentes de um equipamento;
- Aumentar a confiabilidade de um equipamento ou linha de produção;
- Determinar previamente uma interrupção de fabricação e quais os equipamentos que precisam de manutenção.

Todos estes itens são fundamentais para o fator mais importante: a redução de custos de manutenção.

A aplicação do sistema de medição de vibrações protege a maquinaria, pois detecta falhas tais como:

- Rolamentos deteriorados;
- Engrenagens defeituosas;
- Acoplamentos desalinhados;
- Rotores desbalanceados;
- Eixos deformados;
- Lubrificação deficiente;
- Falta de rigidez;
- Problemas elétricos em motores;
- Folgas mecânicas.

Normalmente, as vibrações são medidas, através de um sensor conectado a um coletor de dados, nos mancais da máquina, detectando-se vibrações absolutas na carcaça. Os mancais são os pontos escolhidos para se fazer as medidas, pelo fato de serem mais sensíveis às mudanças mecânicas ocorridas nas máquinas.

Essas possibilidades da análise de vibrações fazem com que essa seja a técnica fundamental da Manutenção Preditiva.

1.4) Manutenção detectiva - é a atuação efetuada em sistemas de proteção ou comando buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Um exemplo clássico é o circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital . Se houver falta de energia e o circuito tiver uma falha o gerador não entra.
A medida em que aumenta a utilização de instrumentação de comando, controle e automação nas indústrias, maior a necessidade da manutenção detectiva para garantir a confiabilidade dos sistemas e da planta.
Esse tipo de manutenção é novo e por isso mesmo muito pouco mencionado no Brasil.

1.5) Engenharia de manutenção - é o conjunto de atividades que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida. É deixar de ficar consertando, convivendo com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, desenvolver a manutenibilidade, dar feedback ao projeto e interferir tecnicamente nas compras.
Normalmente quem está apagando fogo, vivendo de manutenção corretiva não planejada, não terá tempo para fazer engenharia de manutenção. Mas possivelmente terá tempo para continuar apagando fogo e convivendo com péssimos resultados. É necessário mudar, incorporar a preventiva, a preditiva e fazer engenharia de manutenção.
As TENDÊNCIAS atuais, analisadas as empresas que são benchmark, indicam a adoção cada vez maior de técnicas preditivas e a prática da engenharia de manutenção.

" A Manutenção é uma atividade de importância estratégica nas empresas pois ela deve garantir a disponibilidade dos equipamentos e instalações com confiabilidade, segurança e custos adequados. Entender cada tipo de manutenção e aplicar o mais adequado, corretamente, é fator de otimização da nossa atividade e lucro ou sobrevivência para nossa empresa".

Ver CAPÍTULO Engenharia de Manutenção

1.6) Manutenção Remota - é o processo de se ter a função manutenção de uma empresa de porte pequeno ou médio, gerenciada por profissionais localizados fora da empresa. Esse gerenciamento inclui a programação, processamento de pedidos e ordens de serviços, manutenção dos registros históricos e a geração de relatórios que auxiliem as decisões da gerência da empresa. O histórico dos equipamentos fornece informações que permitem analisar a efetividade da manutenção, análise de tendências e análise de causas de problemas recorrentes.
Assim, por que se preocupar? O pessoal da manutenção está no local e é competente, as coisas são consertadas quando necessário e o dinheiro, já escasso na manutenção, pode ser usado em outras coisas. É uma situação típica de uso da manutenção remota. As verbas não precisam ser aplicadas em sistemas informatizados de gerenciamento de manutenção, computadores, impressoras e pessoal. O provedor da manutenção remota fornece toda a infraestrutura e um profissional qualificado para planejar sua manutenção, tudo isso por uma parcela das despesas que a empresa teria com um sistema próprio de manutenção.
Limitar-se a consertar o que estragou pode ser altamente prejudicial ao processo produtivo, especialmente porque o equipamento tende a apresentar defeitos na hora mais inoportuna.
O histórico do equipamento permite à equipe de manutenção remota acompanhar sua história e analisar possíveis tendências de falhas, gerando um relatório que identifica o problema e sugere soluções para a gerência da planta ou empresa.
Ótimo, então! Você contrata uma equipe de manutenção remota e todos os seus problemas de manutenção passa a ser coisa do passado. Bem, nem tanto. Por pratica que seja, a manutenção remota não é uma mágica que resolva todos os problemas. Mas você está no

caminho certo para manter total controle do processo de manutenção e começa a ter controle dos custos de manutenção fazendo exatamente isso, gerenciar a manutenção.
Além disso, você terá melhores condições de avaliar as necessidades de pessoal, material e equipamento. A mão de obra disponível está sendo usada no lugar adequado, na hora certa e da maneira correta? Os técnicos estão sendo treinados nas áreas onde isso é necessário? Uma boa Equipe de Manutenção Remota também lhe dará uma assessoria na determinação do nível de capacitação dos técnicos e na correção de deficiências no treinamento. Os relatórios da gerência da manutenção remota, somados às informações internas, ajudarão a responder a estas questões, focando as necessidades e determinando as soluções.
As vantagens da manutenção remota são: baixo custo inicial para implantar um Sistema Informatizado de Gerenciamento da Manutenção, disponibilidade de pessoal treinado para conduzir o programa, nenhuma necessidade de contratar profissionais de planejamento e de manutenção, resultados positivos obtidos em curto prazo, suporte em tempo integral e informações disponíveis a qualquer tempo. As informações técnicas sobre o equipamento são catalogadas e conservadas pela equipe de manutenção remota e utilizadas no planejamento e programação dos trabalhos. Além disso, qualquer necessidade de upgrade no sistema é de responsabilidade do provedor da manutenção remota.
Mas como nem tudo são vantagens, a manutenção remota tem, também suas desvantagens: há um acréscimo inicial nos custos da manutenção, sem retorno imediato, a equipe de manutenção da empresa não tem acesso direto ao sistema e, a menos que tenham cópia do material técnico e descritivo dos equipamentos, não terão acesso ao acervo técnico. A equipe de manutenção local tem, também, a tarefa adicional de manter a manutenção remota permanentemente informada sobre o andamento das Ordens de Serviço.
Em conclusão, a Manutenção Remota permite que as pequenas e médias empresas desfrutem das mesmas vantagens oriundas de grandes departamentos de manutenção, por uma fração do custo. Se você precisa de um programa de manutenção mais eficiente e efetivo, e o custo de implantação de tal programa é proibitivo ou problemático, então é tempo de considerar o Gerenciamento Remoto da Manutenção como uma alternativa viável.

ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO -
FATOR DE DESENVOLVIMENTO TÉCNICO DA MANUTENÇÃO

1) INTRODUÇÃO

A Engenharia de Manutenção , conhecida em algumas empresas como Métodos de Manutenção, tem um papel muito importante dentro da organização, como fator de desenvolvimento técnico da Manutenção Industrial. Cabe a ela gerir as ferramentas para atualização técnica dos sistemas e processos, equipamentos e pessoal de manutenção.

2) MISSÃO DA ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

A missão da Engenharia de Manutenção é promover o progresso técnico da Manutenção, através da gestão de ferramentas que proporcionem a sua melhoria de performance.

3) FERRAMENTAS PARA MELHORIA DE PERFORMANCE

Descrevemos abaixo, de uma maneira global, as ferramentas ou áreas de atuação da Engenharia de Manutenção, como suporte técnico às outras áreas da Manutenção:

3.1. Arquivo Técnico

Catálogos (material comum)
Máquinas/Equipamentos (material específico)

A atualização sistemática dos catálogos é uma fonte de consulta importante para a especificação adequada do material, de desenvolvimento de fornecedores e materiais.
O arquivo de dados/dossiê do equipamento é uma ferramenta utilizada para o auxílio na intervenção de equipamentos, contendo dados importantes, tais como: especificação

técnica, dados de operação, curvas de performance, spare parts lists (peças de manutenção reserva), instruções de operação e manutenção.

3.2. Desenvolvimento de Fornecedores

O desenvolvimento de fornecedores de materiais, equipamentos e serviços utilizados na Manutenção, através de ensaios, pesquisas, orientações, especificações, troca de informações com outras Unidades, auditorias de qualidade, beneficia não só a própria empresa, mas visa o desenvolvimento do mercado industrial como um todo.

A nacionalização de peças importadas dos equipamentos também fortalece o mercado nacional e desenvolve fornecedores, com a vantagem da libertação das amarras de importação com todas as suas inconveniências, evasão de divisas do país.

3.3. Nomenclatura de Intervenção Sistemática (NIS)

A NIS, ou Procedimento de Intervenção em Revisões Sistemáticas, é um documento de apoio ao planejamento e a execução de revisões. Ela detalha os serviços a executar, os homens/hora previstos por tarefa e por especialidade de execução, materiais e recursos necessários à revisão.

3.4. Estudos e Melhorias de Manutenção

Ensaios, estudos e modificações nos equipamentos, visando a melhoria da performance de manutenção, traz não só benefícios à equipe de manutenção, diminuindo as quebras e as intervenções nos equipamentos, mas também à Área de Fabricação, aumentando a disponibilidade do equipamento, aumentando o nível de produção, a diminuição de custos, a diminuição de perdas e refugos de matéria prima e a melhoria de qualidade do produto.

A correta identificação dos problemas nos equipamentos, através de histórico e levantamento de dados de quebras, refugos e custo é fundamental para justificar a modificação no equipamento.

Esta ação de modificar/melhorar (corrigir/sanar) as desvantagens e problemas de uma máquina ou equipamento é chamada de "Manutenção Corretiva", dentro dos conceitos da Manutenção Produtiva Total (TPM).

3.5. Sistemas de Gerenciamento de Manutenção

A Engenharia de Manutenção também é responsável pela coordenação e implantação de Sistemas de Gerenciamento de Manutenção como cadastramento dos equipamentos e postos, histórico de equipamentos, histórico de falhas

3.6. Apoio Técnico à Manutenção

Como órgão de staf e consultoria, cabe aos engenheiros e técnicos da Engenharia de Manutenção dar apoio técnico às outras áreas da Manutenção para esclarecimentos de dúvidas, orientações e diretrizes.

3.7. Normalizações

Um papel fundamental da área da Engenharia de Manutenção é a Normalização. São as normas técnicas e as normas de procedimento. As Normalizações são as diretrizes para a uniformização dos conceitos, procedimentos e especificações.

Sem regras pré-definidas, especificações inadequadas, sem saber pedir direito, como garantir que a manutenção dos equipamentos e instalações Industriais estão sendo feitas com a qualidade desejada? Como dizer aos nossos fornecedores de materiais e serviços, e até ao Escritório de Projetos, que o material ou serviço por eles fornecidos não atendem às nossas expectativas/exigências de qualidade, sem definirmos ou' dizermos a eles o que nós queremos?

3.8. Cursos/Palestras

A Engenharia de Manutenção também é responsável pela formação e atualização técnica da manutenção. A realização de cursos/palestras de atualização, formação e divulgação de assuntos técnicos tem uma importância fundamental para o desenvolvimento profissional dos integrantes da Manutenção.

3.9. Manutenção Preditiva

A utilização das técnicas de Manutenção Preditiva ou Manutenção sob Condição, através do monitoramento das condições das máquinas, é, hoje, sem dúvida, uma das ferramentas mais poderosas para a busca da performance/melhoria da produtividade da Manutenção. Podemos citar entre as técnicas de Manutenção Preditiva, a análise de vibração, a análise de óleos lubrificantes (viscosidade, pH, visual, umidade e água, filtração, ferrografia, RBTO, etc.), a análise de. transformadores, termografia, as inspeções visuais (check list físico) dos equipamentos, ensaios de correntes parasitas em tubos de trocadores de calor.

4 - CONCLUSÃO FINAL

A Engenharia de Manutenção exerce um papel fundamental para o progresso técnico da Manutenção.

A procura/pesquisa e a implantação de novas técnicas, a identificação e a solução dos problemas são as principais atribuições da área de Engenharia de Manutenção.

O homem de manutenção sofre diversas pressões das áreas de Fabricação para a solução dos problemas imediatos: "A minha máquina quebrou e estou perdendo produção! Necessito que a Manutenção conserte rapidamente o meu equipamento". É uma frase já comum aos nossos ouvidos.

Normalmente, devido ao corre-corre diário, deixamos de pensar a médio /longo prazo. Porém, temos a certeza de que se fossem resolvidos os problemas crônicos de médio /longo prazo, não estaríamos tão atropelados pelo curto prazo.

A função da Manutenção não é só manter a capacidade operacional dos equipamentos, mas, principalmente, saber detectar problemas e propor soluções para melhoria de performance do equipamento produtivo e da equipe de manutenção. Em certos casos, é muito mais econômico modernizar/corrigir defeitos/introduzir melhorias nos equipamentos ao invés de mantê-los em seu projeto original.

Devemos ter a consciência de que não somos simples consertadores de máquinas, mas sim elementos impulsores de produtividade e melhorias dentro do contexto industrial.

RCM – MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE

1) ORIGEM RCM

A **RCM** encontra suas raízes no início da década de 1960. O trabalho de desenvolvimento inicial foi feito pela indústria de aviação civil norte americana. Ela nasceu

quando as empresas aéreas naquela época começaram a compreender que muitas das filosofias de manutenção não eram somente muito onerosas mas vivamente perigosas. Esta percepção incitou a indústria colocar juntos uma serie de "*Grupos de Direcionamento da Manutenção*" ("*Maintenance Steering Groups - MSG*") para re-examinar todas as coisas que estavam sendo feitas para manter suas aeronaves no ar.

Na metade da década de 1970 o Departamento de Defesa dos Estados Unidos (US Department of Defense) queria saber mais acerca do então estado da arte do pensar a manutenção na aviação. Foi autorizado um relatório sobre este assunto vindo da indústria de aviação, escrito por engenheiros das empresas ***United Airlines***, para o qual foi dado o título de "**Reliability Centered Maintenance - RCM**". O relatório foi publicado em 1978, e ainda hoje é um dos mais importantes documentos - se não o mais importante - na história do gerenciamento de ativos físicos.

Este relatório e os MSG tem sido, desde então, usado como uma base para vários padrões militares de RCM, e para derivativos não aeronáuticos. Destes, de longe, o mais extensamente utilizado é o **RCM2**.

2) INTRODUÇÃO

A RCM é um processo analítico, usado pela equipe para determinar os requisitos básicos para implementação das atividades de Manutenção Preventiva.
Mediante o uso deste processo é possível identificar os assuntos para eliminar ou reduzir as falhas. A análise efetuada por este processo minimiza os custos de manutenção com o aumento da disponibilidade, indicando, por exemplo, quando a melhor solução é deixar a falha ocorrer e executar uma atividade de manutenção corretiva, ou implantar uma atividade preventiva.
É um processo usado para determinar sistematicamente e cientificamente o que deve ser feito para assegurar que os ativos físicos continuem a fazer o que os seus usuários querem que ele faça. Amplamente reconhecida pelos profissionais de manutenção como o caminho de maior efetividade de custo para se desenvolver estratégias de manutenção world-class, o RCM conduz a um rápido, sustentado e substancial conjunto de aperfeiçoamentos na disponibilidade e confiabilidade da planta, qualidade do produto, segurança e integridade ambiental.

MCC - Manutenção Centrada em Confiabilidade
(RCM - Reliability Centered Maintenance)

Por apresentar significativos resultados em relação aos métodos tradicionais de manutenção corretiva e preventiva, a metodologia MCC, inicialmente desenvolvida pela indústria da aviação civil, foi rapidamente absorvida por vários outros segmentos industriais.

Sua aplicação torna possível o aumento da confiabilidade dos sistemas industriais através da otimização dos programas de manutenção, que identifica e documenta os sistemas, selecionando os que são críticos e buscando eliminar as causas de falhas.

A MCC também propõe parâmetros de monitoramento que propiciam a correta medição dos progressos e a implantação de processo de melhoria contínua, tornando os sistemas industriais mais seguros, econômicos, tecnicamente viáveis, além de ambientalmente corretos.

Destinada principalmente às indústrias que apresentam sistemas críticos do ponto de vista de economicidade (perdas de produção), segurança e meio ambiente, a aplicação da MCC resulta em maior taxa de disponibilidade para os equipamentos e sistemas,

transformando-se em uma ferramenta gerencial de grande valor para as indústrias cujos processos produtivos envolvam riscos à segurança e ao meio ambiente.

3) CARACTERÍSTICA

As falhas são profundamente analisadas e para cada modo de falha são determinados seus efeitos e suas conseqüências, do ponto de vista operacional e de manutenção. A aplicação da metodologia do RCM na elaboração do plano de manutenção, possibilita uma análise econômica de cada tarefa aplicável, visando o aumento da disponibilidade dos equipamento e a redução dos custos globais de manutenção.

3.1) Plano de Inspeção de Equipamentos

Através do uso do RCMs, a empresa possui especialistas que estabelecem a rota de inspeção com foco na manutenção de confiabilidade dos equipamentos utilizando o *software* de gestão da manutenção. Este trabalho identifica o método, a freqüência e a técnica de prevenção mais adequada a cada equipamento com base no cenário de aplicação.

3.2) Análise Crítica do Equipamento

Por meio do uso de modernas técnicas de Confiabilidade e de Banco de Dados, efetua análise crítica das empresas, focando a confiabilidade de cada equipamento, permitindo à empresa ter um dado confiável na escolha de um equipamento, antes de sua compra

3.3) Banco de Dados

A equipe da empresa, através de seu conhecimento prático e técnico, possui um banco de dados de inúmeros componentes, tanto elétricos como mecânicos e pode efetuar trabalhos na determinação de valores médios de taxas de falhas, assim como a definição dos modos de falhas de maior probabilidade para os componentes de sua máquina. Este trabalho efetuado pela equipe é de grande importância para elaboração de FMEA mais efetivos, assim como planos de manutenção mais eficazes.

4) NA ERA DA RCM

RCM significa *Relyability Centred Maintenance*, ou, em português, MCC- Manutenção Centrada na Confiabilidade. Trata-se de uma técnica de análise para determinação do método de manutenção melhor custo-eficiente (o mais barato e mais eficiente). Os trabalhos são conduzidos por grupos multidisciplinares, que avaliam as características dos equipamentos e seus componentes, dentro do sistema produtivo no qual estão inseridos, determinando todas as conseqüências da ocorrência de uma falha.

O trabalho é desenvolvido em cinco etapas. Da primeira à terceira é feita a FMEA de equipamentos (diferente da FMEA de processos), quando o grupo determina todos os modos de falhas possíveis e suas conseqüências, determinando, assim, a criticidade de cada falha e decidindo quais os componentes que serão submetidos à análise RCM. Na quarta etapa, através do Diagrama Decisional RCM, são determinadas as técnicas de manutenção planejada a serem implementadas (Preventiva Base Tempo, Preventiva Preditiva, Preventiva por Inspeção e Reparo, Manutenção por Melhorias e até Manutenção Pós Quebra). A determinação é feita com base nas características do componente em estudo e das conseqüências de sua falha, sendo levadas em consideração as conseqüências das falhas ocultas (que não são percebidas pelo Operador em circunstâncias normais de operação), conseqüências à Segurança, Saúde e Meio Ambiente, Conseqüências

Operacionais e não Operacionais. Na quinta etapa é elaborado o plano de **Manutenção Planejada** e definida a forma de gerenciamento das atividades e dos indicadores de manutenção.

A RCM é uma técnica de terceira geração, que reconhece a ocorrência da falha em nível de componente, que pode apresentar um entre seis padrões distintos de taxas de falhas. Tais padrões devem ser levados em conta na hora de se determinar a técnica de manutenção mais adequada para cada componente.

5) PRINCIPAIS PROBLEMAS

Apesar de ser uma técnica bastante simples e muito eficiente, muitas empresas não conseguem obter resultados realmente satisfatórios. Dentre os maiores problemas que impedem a utilização plena e o desfrute dos excelentes resultados da RCM, posso citar:

- Inexistência de um sistema de coleta de parâmetros quantitativos indicadores de deterioração em nível de componente.
- Dificuldade em estabelecer o controle do MTBM e MTBF também em nível de componente.
- Falta de uma política de capacitação de Operadores e Mantenedores, que são os elementos chaves do gerenciamento das atividades RCM.
- Falta de um sistema de gerenciamento de dados capaz de acompanhar o dinamismo da RCM.

A dificuldade de obter dados sobre a deterioração dos diversos componentes de uma instalação industrial faz com que a maioria dos estudos RCM acabem apenas na determinação de atividades de Inspeção e Reparo, o que torna a manutenção da empresa pouco eficiente e bastante dispendiosa.

6) RESULTADOS

Como resultado, é possível a curto ou médio prazo reduzir a ocorrência de falhas em até 40%, chegando a até 100 % após alguns anos. Além das falhas, o grupo também conseguirá reduzir acidentes, defeitos e erros operacionais. O processo é bastante dinâmico e, a cada mês, o grupo passa a conhecer mais sobre seus equipamentos, melhorando consequentemente a sua manutenção.

Empresas como a Volvo Car Europe (única empresa da atualidade a desenvolver a quarta fase do TPM), Pirelli, Unilever, Tetra Pak, Kaiser, Voith, General Electric e Gerdau utilizam a técnica RCM dentro das atividades do pilar Manutenção Planejada.

Aplicando corretamente os conceitos RCM, a falha zero passará de utopia a realidade.

7) APLICAÇÃO RCM

A **RCM2** é um processo utilizado para decidir o que deve ser feito para assegurar que qualquer ativo físico, sistema ou processo continue a fazer tudo o que os seus usuários desejam que ele faça.

O que os usuários esperam de seus bens físicos é definido em termos de parâmetros de desempenho primário tais como quantidade de saída, velocidade, limites de calibração e posicionamento.

Onde relevante, o processo **RCM2** também define o que os usuários desejam em termos de risco (segurança e integridade ambiental), qualidade (precisão, exatidão, consistência e estabilidade), controle, conforto, contenção, economia, serviços aos usuários e mais.

O próximo passo no processo **RCM2** é identificar as maneiras na qual o sistema pode falhar em atender estas expectativas (estados de falha), seguido por um FMEA ("Failure Modes and Effects Analysis" ou Modos de Falha e Análise de Efeitos), para identificar todos os eventos que são razoavelmente prováveis de originar cada estado de falha.

Finalmente, o processo **RCM2** procura identificar uma política adequada de gerenciamento da falha, lidando com cada modo de falha a luz das suas consequências e caracteristicas técnicas. As políticas de gerenciamento da falha incluem:

- manutenção preditiva ;
- manutenção preventiva;
- busca de falha ;
- mudança do projeto ou da configuração do sistema ;
- mudança do modo como o sistema é operado;
- incorrer na falha .

O processo **RCM2** oferece regras poderosas para decidir se cada política de gerenciamento é técnicamente apropriada . Também proporciona critérios precisos para decidir quão frequentemente as tarefas de routina devam ser feitas.

Uma forte enfase nas expectativas do usuário é uma das muitas características do **RCM2** que o distingue de outras interpretações menos rigorosas da filosofia RCM. Uma outra é o uso dos grupos inter-funcionais integrados por usuários e manutendores, denominados *Grupos de Revisão RCM*, para aplicação do processo. Com um treinamento cuidadoso, tais grupos estão habilitados a usar o **RCM2** e produzir programas de manutenção extraordinariamente robustos e com efetividade de custos, até mesmo em situações onde eles tiveram pouco ou nenhum acesso a dados históricos.

DIFERENÇAS MCC / TPM

1) QUAIS AS DIFERENÇAS FUNDAMENTAIS ENTRE MCC E TPM ?

MCC é uma metodologia de definição da melhor estratégica de manutenção focada em análise de confiabilidade tendo como base a FMEA, utilizando-se um diagrama de decisão para definição da melhor prática para antecipação a falhas.

TPM é uma metodologia de melhoria de eficiência operacional de equipamentos baseada na capacitação de operadores em execução de pequenas manutenções.

2) QUAL A QUE É DE IMPLEMENTAÇÃO MAIS FÁCIL E RÁPIDA ?

MCC é de implementação mas rápida sem duvida. Envolve todas as disciplinas (OPERACAO, MANUTENCAO, PROCESSO). Tem como produto final um plano de ação diretamente relacionado a redução / antecipação a falhas.

3) É POSSÍVEL IMPLEMENTAR TPM EM UM EQUIPAMENTO E MCC EM OUTRO NUMA MESMA UNIDADE ?

Sim é possível. Temos diversos exemplos e mais, temos exemplos de equipamentos em que temos as duas ferramentas aplicadas. E medimos a performance de ambas.

4) ALGUMAS CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS:

1) Para aplicação do TPM é fundamental a participação de operadores. Neste caso aplica-se a equipamentos/estações de trabalho onde haja a presença destes. Isto na é 100% necessário, mas ajuda de sobremaneira.

2) Já no RCM pode-se aplicar a equipamentos totalmente automatizados.

3) Uma questão crucial na aplicação de MCC é o banco de dados histórico de falhas. De suma importância para não ficarmos apenas na experiência dos membros.

4) No TPM a resposta e mais lentas, mas os resultados são altamente expressivos, pois tem-se ganhos na performance operacional aliada a evolução técnica dos operadores. Eu diria que no caso do TPM seguimos a máxima do "LONGO CAMINHA CURTO", ou seja, varias etapas devem ser cumpridas passo a passo, mas se o forem o resultado entusiasma bastante.

ESTRUTURA DA MANUTENÇÃO

1) MANUTENÇÃO DESCENTRALIZADA

Produção + Manutenção

Vantagens : Conhecimento área, Rapidez e Flexibilidade, Sintonia Necessidade Produção, Polivalência Operacional, Sinergia.

Desvantagens : Perda profissão Manutenção, Formação técnica e desenvolvimento profissional – limitação, Serviços rotina e perda histórico, Planejamento - fraco com subotimização recursos, Modificações Instalação – croquis, Perda tecnicidade e memória técnica, Falta diretriz função manutenção, Perda sinergia entre áreas.

2) CENTRALIZADA

- Indústrias processo;
- Oficinas Centrais;
- Recursos centralizados;
- Ênfase no planejamento;
- Gerenciamento da Manutenção : avanço;
- Preventiva e Grandes Paradas;
- Procedimentos serviço;
- Engenharia de Manutenção.

Vantagens :
Banco de dados estruturado; Dados técnicos dos equipamentos e das condições operacionais; Gestão almoxarifado e reserva; Histórico de intervenções e falhas; Ênfase engenharia de manutenção; Revisões, paradas, plano de lubrificação e inspeção; Otimização recursos; Maior profissionalização e especialização.

Desvantagens : Menor flexibilidade e demora atendimento das solicitações de serviço; Distanciamento necessidades produção; Tempo maior deslocamento; Aumento desnecessário de planejamento; Comandos distintos, com priorização às vezes dissonantes; Demora processos decisórios; Atrito prioridades.

3) MATRICIAL

- Funcional: produção;
- Hierárquico: manutenção;
- Não quebrar vínculo com Manutenção;
- Responsabilidade Formação e carreira do profissional: Manutenção;
- Times de Produção: serviços dia a dia;
- Polivalência e à integração funções manutenção e operação.

VANTAGENS : Maior agilidade e sinergia de time; Engajamento manutenção e operação: polivalência, proximidade equipe; Visão cliente final; Autonomia processo decisório; Aprendizado novas tarefas e conceitos; Autonomia: auto planejamento; Não perda da profissão; Melhor fluxo de informações.

DESVANTAGENS : Novas formas de trabalhar: adaptação; Não reconhecimento monetário: desmotivação; Maior necessidade de formação.

CUIDADOS : Preocupação com nova descrição função; $: habilidades e responsabilidades; Formação profissional e não isolar-se na área; Manter respeito mútuo; Clima organizacional motivado e sinérgico; Ferramentas de trabalho em equipe.

APLICABILIDADE MODELOS - CONCLUSÃO

- Modelo ótimo?
- Vantagens e desvantagens;
- Qual modelo aplicar?
  Centralização descentralização
- Como está atual estrutura manutenção;
- Análise crítica;
- Utilização recursos;
- Análise Sistema Organizacional;
- Indicadores de Performance.

CONCLUSÃO

- Reestruturação função manutenção;
- Metas e ações estratégicas;
- Conhecer e estudar as vantagens e desvantagens de cada modelo;
- Proposta de ações para maximizar as vantagens e minimizar as desvantagens.

TENDÊNCIAS

- Utilização maior de TPM;
- Ênfase trabalho participativo e "Times";
- Visão, missão e valores
- Maior responsabilidade e autonomia;
- Trabalho em células: descentralização;
- Centralização funções comuns e especializadas;
- Democratização informação: acessos sistemas informáticos;
- Polivalência operacional;
- Tecnicista e generalista;
- Novas técnicas e ferramentas;
- Habilidade liderança e comunicação: otimizar potencial equipe.

UM POUCO DE SUN-TSU

"A Arte da Guerra"
"O grande general é aquele que conhece as técnicas e tem a capacidade de liderança, conduzindo o seu exército ao campo de batalha, sem temer o inimigo, e extraindo o potencial máximo de sua equipe. Precisa antes de tudo ser um grande estrategista e ter a capacidade de implementar a sua visão através das pessoas".

ATRIBUIÇÕES BÁSICAS DAS FUNÇÕES DO ORGANOGRAMA

1) ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO ELETROMECÂNCICA

- Planejar manutenção (criar e revisar plano mestre);
- Criar métodos otimizados de execução (dispositivos, seqüências etc);
- Programar a execução dos planos de manutenção;
- Avaliar criticamente os resultados das preventivas;
- Implantar e conduzir a manutenção preditiva;
- Iniciar análise de falhas dos problemas;
- Estudar e propor melhorias;
- Participar dos projetos de novos equipamentos;
- Elaborar cronogramas ;
- Manter contatos técnicos com fabricantes e fornecedores.

2) SUPERVISÃO ELETROMECÂNICA

- Distribuir serviços;
- Planejar e acompanhar execução dos serviços (controlar tempo de execução);
- Orientar a execução;
- Utilizar ferramentas para Motivar equipe;
- Programar e reprogramar execuções;
- Preparar material para as intervenções;
- Indicar pontos para melhoria;
- Elaborar plano de férias;
- Controlar recuperação de peças sobressalentes;
- Zelar pela organização da área e segurança do funcionário;

- Indicar necessidades de treinamento;
- Programar horas extras;
- Cuidar para que os serviços sejam executados com engenhosidade.

Características do Supervisor:
- Know-how;
- Disposição para o trabalho;
- Interesse;
- Espírito de cooperação;
- Boas características pessoais (bom relacionamento);
- Entusiasmo;
- Gostar do trabalho no campo.
- Saber formar equipe;

3) AUXILIAR ADMINSITRATIVO (PROGRAMADOR)

- Emitir e controlar pedidos de compra;
- Lançar resultados da manutenção no sistema;
- Emissão de relatórios de manutenção;
- Coleta de dados;
- Organização dos arquivos;
- Horas extras;
- Manter lista de endereços do pessoal atualizada.

SISTEMA INFORMATIZADO DE GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO

1) INTRODUÇÃO

"Como você pode gerenciar sem dados???!!!" "How would you know?..."
Dr. W. Edwards Deming (1900-1993)
Famoso "Guru" americano de grande influência nos processos produtivos japoneses do pós-guerra

Hoje em dia já não mais se discute a importância da Manutenção como estratégica nos fatores de sucesso ou de fracasso de uma empresa.
Em média as empresas brasileiras despendem 4,4% de seu faturamento em manutenção.
Estudos realizados em empresas apontam os custos de manutenção. Portanto, temos um gasto anual com serviços de manutenção, sendo natural que para o gerenciamento destes recursos sejam necessárias eficientes ferramentas computadorizadas de informações.
Existem vários fornecedores de software especializados em manutenção. No Brasil temos catalogado pelo menos 15 (nacionais ou traduzidos para o português).
Existem também os softwares desenvolvidos sob encomenda, ou os "feitos em casa". Se os pacotes de mercado possuem vantagens de receberem maiores aportes tecnológicos e de recursos para estarem sempre up-to-date com o progresso da informática e das tecnologias de manutenção, os softwares "tailor-made" as possuem de estarem totalmente sintonizados com os processos internos da empresa, eliminando as custosas customizações e consultorias dos fabricantes.
Independente de sua origem, todos os softwares possuem funcionalidades similares, sendo uns mais aprofundados em determinadas funções e outros em outras facilidades, por razões do conhecimento de seus desenvolvedores ou de suas aplicações originais. Além disso, normalmente oferecem grande profusão de relatórios, consultas em tela, etc.
Com grande freqüência exigem variados controles e entradas de dados, tais como mão-de-obra efetivamente aplicada, gasta em trânsito, aguardando liberação da máquina, aguardando material, aguardando ferramentas, aguardando outra equipe, etc., sem falar nas inúmeras outras grandezas utilizadas para os mais variados indicadores que os mais

criativos gerentes e administradores conseguem incluir nas customizações de seus sistemas.

Para quem e para o que interessa um sistema informatizado de manutenção?
Será que, afinal, o Sistema Informatizado de Manutenção está ajudando ou atrapalhando o gerenciamento da área de manutenção?
Diversas dessas questões podem ser resolvidas na época do "set-up" do sistema, tomando-se alguns cuidados essenciais na sua implementação. Cuidados que também são absolutamente necessários quando da migração de um sistema para outro ou quando de uma revitalização de um sistema antigo.

Um importante destaque é o que freqüentemente existem diversos fatores de fracasso e diversos fatores de sucesso, mas pode bastar apenas um fator de fracasso para que o empreendimento não se realize. (Lei de Murphy?)
Um outro aspecto da maior relevância é o de que a maioria dos relatos dão conta que o custo de implementação excede o inicialmente estimado em pelo menos cinco vezes, o que por si só já justifica o extremo cuidado requerido. Esta é uma contraposição à ânsia e ao conceito imprudente de muitos gerentes que um Sistema Informatizado é algo mágico que resolve todos os problemas e que, portanto deve ser implementado a toda pressa.

Alguns tópicos são desenvolvidos dentro da linha de prestação de serviços de manutenção anterior à escolha do sistema:
> identificamos o universo de necessidades de nosso cliente, quanto às
> necessidades de estruturação de um programa de gerenciamento da manutenção;
> realizamos o cadastramento do ativo industrial;
> planificamos a manutenção (criação dos planos de manutenção preventiva e
> preditiva);
> consolidamos os parâmetros pertinentes à execução de paradas de fábrica e
> de investimentos;
> selecionamos no mercado o software de planejamento mais adequado às
> necessidades do nosso cliente;
> customizamos e sistematizamos a implantação deste software;
> operacionalizamos a sua utilização;
> e otimizamos o processo de manutenção com a introdução de técnicas (RCM,
> FMEA, etc) voltadas para o aumento da disponibilidade do ativo industrial
> para a produção.

2) PARA QUE SERVE O SISTEMA INFORMATIZADO DE MANUTENÇÃO?

A utilização de um sistema de gerenciamento de manutenção (CMMS – Computerized Maintenance Management System) não é apenas um implemento tecnológico, mas é essencialmente uma postura de gerenciamento. Nada tão virtual e intangível quanto às propaladas "mudanças de cultura" sempre requisitadas nas técnicas de moda (reengenharia, qualidade total, etc.), mas simplesmente uma postura de gerenciamento com dados e fatos.
Um sistema de gerenciamento de manutenção, como o próprio nome diz se presta ao gerenciamento da manutenção, e portanto seu maior usuário-alvo é o gerente. Todos os benefícios que um sistema traz à manutenção estão relacionados com a melhoria do gerenciamento dos processos envolvidos na manutenção, com a conseqüente redução dos custos e aumento da disponibilidade dos equipamentos e instalações. Dessa forma, os gerentes tem nos sistemas de gerenciamento uma ferramenta eficiente a seu dispor, desde que entendam dessa maneira e que não somente façam que seus auxiliares o utilizem de

forma correta mas também eles próprios (os gerentes) usem o sistema em seu dia-a-dia. Sempre haverá uma grande resistência por parte de pessoal administrativo, supervisores e encarregados, principalmente os pouco habilidosos em informática, pois senão estiverem perfeitamente conscientes de que o seu trabalho na alimentação do sistema irá dar bons resultados no gerenciamento da área. Para esses o sistema de gerenciamento traz freqüentemente um razoável aumento no volume de serviço.

3) DICAS PARA IMPLEMENTAÇÃO

A falta do total comprometimento é a razão mais comum pela qual empresas que adquirem sistemas de gerenciamento de manutenção não alcancem suas expectativas. Se, por exemplo, a produção não estiver envolvida no planejamento da manutenção, que prioridade terão as manutenções preventivas e como poderão ser programadas.
Já para a alta gerência da manutenção, comprometimento significa muito mais que assinar autorizações para a contratação do sistema de manutenção. Significa estar visivelmente apoiando as metas e objetivos do projeto indicando a importância do sistema para o sucesso da área. Significa prover tempo para atendimento aos pontos críticos do projeto e para acompanhar de muito perto a sua implantação. Deverá prover meios para que a comunicação de que "isto é importante para mim e então é importante para você também", chegue a todos os níveis da organização.

Muitos sistemas de manutenção possui uma grande variedade de "add-ons", como a capacidade de exibir desenhos, imagens, vídeos, assim como a possibilidade de diversos relatórios, gráficos, estatísticas, etc. Os gerentes devem decidir sobre a viabilidade, o valor efetivo para a sua área e o momento propício para essas facilidades serem implementadas, para então estabelecer os passos necessários para que o sistema possa operacionalizá-las.

Que espécie de equipamentos deverão ser cadastrados? Temos disponibilidade de informações sobre componentes e peças de reposição? Quem irá executar a checagem ou pesquisa de equipamentos se necessário?
Esta pesquisa requer pessoal dedicado e com plenos conhecimentos das instalações e equipamentos. Mesmo que a pesquisa não seja necessária, alguns formulários deverão ser desenvolvidos para preencher os requerimentos dos sistema.
Certamente o sistema de manutenção irá rastrear mão de obra e custos de materiais. Teremos toda mão de obra e material cadastrados no sistema? Isso irá requerer que todo trabalho possua uma ordem de serviço para requisitar materiais e dar entrada em mão de obra trabalhada.

A entrada manual de dados é um trabalho moroso e deve ser executado por pessoas treinadas nos requerimentos e facilidades e do sistema. É altamente recomendado que essas pessoas sejam experientes na execução manual dos serviços e tenham habilidade na utilização de microcomputadores.
Além disso, deveremos estar preparados para atender ao seguinte questionamento:
Quem irá planejar e programar os serviços de manutenção?
O escopo dos serviços de manutenção requer planejadores dedicados, ou os supervisores de manutenção planejam, programam e supervisionam os serviços?
Pessoal administrativo é necessário para dar suporte aos técnicos de manutenção? Quem irá executar os relatórios diários, programações diárias, abrir e encerrar as Ordens de Serviço, lançar mão de obra, etc.?
Estes encargos deverão estar perfeitamente estabelecido antes de tentar implantar um sistema de gerenciamento de manutenção. Não devem ser subestimados ou deixados para uma segunda fase, pois são serviços essenciais para o funcionamento do sistema e que demandarão um acréscimo no volume de serviço das pessoas envolvidas.

Freqüentemente nas organizações as pessoas mudam de função ou de local de trabalho, pessoas novas são incorporadas às equipes, pessoas com larga experiência vão para outros postos, etc. Para que não haja um comprometimento sério a ponto de inviabilizar o seu uso, deve-se lançar mão de todas as formas possíveis de treinamentos, reciclagens, apresentação de novas facilidades e aplicações, boletins informativos, encontro de usuários, etc.
O monitoramento dos usuários, a fim de aferir os níveis de utilização, qualidade das informações e a satisfação dos próprios usuários, deve também constar da rotina de trabalho dos administradores do sistema.

É essencial um cadastro completo e preciso dos equipamentos e instalações, os quais tenham sido determinados como importantes e que vale a pena dispender esforços e recursos de manutenção.
Elabore um plano de manutenção que contenha as instruções de manutenção necessárias para cada item do inventário de equipamentos e obtenha a aprovação e "cumplicidade" das áreas de operação.
A listagem das instruções ou procedimentos de manutenção é exatamente isso. Cada parte dos equipamentos deve ser identificada, todas as manutenções preventivas, corretivas e preditivas que você determinou serem necessárias para manter adequadamente o equipamento. Juntamente com as instruções de manutenção, informações sobre a freqüência da manutenção, equipe responsável, peças de reposição ou consumo necessárias, tempo estimado para execução, são algumas da informações adicionais que irão melhorar a usabilidade da base de dados.
Muitos procedimentos de manutenção de equipamentos similares serão praticamente idênticos mas mesmo assim deverão ser listados e identificados com cada componente do equipamento. Mudanças e modificações no equipamento deverão rapidamente ser notificadas pois poderão alterar radicalmente as ações de manutenção.

É necessário que o sistema vá sendo alimentado de acordo com as precedências de suas tabelas internas que já deverão ser de conhecimento do administrador do sistema e dos usuários. Somente após decorrido este tempo de trabalho de carregamento inicial é que o sistema poderá ser disponibilizado para produção. É necessário um planejamento cuidadoso das etapas, acompanhadas de um cronograma que deverá ser perseguido com muita determinação.

Um último passo assegurar-se de ter um pessoal-chave que tome conta do sistema. O fornecedor do software, ou um consultores em gerenciamento de manutenção podem ser requisitados para assistirem ao processo de implementação. Mas o pessoal próprio devem estar aptos para assumirem o comando e a manutenção do sistema a qualquer momento, porque sempre existe lapsos de tempo entre contratos e a troca de consultores ou contratados também não pode afetar a continuidade do sistema.
Muitos sistemas morrem porque dados de má qualidade são inseridos gerando resultados insatisfatórios e desagradando tanto a equipe de organização quanto a alta gerência. A qualidade dos dados devem constantemente ser revista pela equipe de administração do sistema. Terão também o encargo de controlar a utilização, distribuição de senhas, serviços de segurança e de back-up, elaboração de pequenas melhorias ou alterações no sistema, entre outras tarefas.

4) REQUISITOS IMPORTANTES DO SOFTWARE

Tipologia de intervenções de Manutenção

São as seguintes as intervenções de Manutenção a serem consideradas no sistema:

- **Emergência**: onde existe perda de resultado.
- **Corretiva**: é a perda de alguma Característica de Qualidade, total ou parcial, mas não há perda de resultado.
- **Preventiva**: é a intervenção programada, a partir de um plano.
- **Preditiva**: são intervenções a partir do acompanhamento de um indicador conveniente das CQ do sistema ou condicionadas a um diagnóstico do sistema.
- **Reforma**: é a intervenção necessária quando a perda das CQ é tão grande que exige parada total e revisão e/ou reposição de grande quantidade de componentes. Se nesta parada houver troca da tecnologia tem-se a **Modernização** (***Retroffitting***).
- **Confiabilidade**: é a intervenção baseada em modelos teóricos construídos a partir de dados empíricos.

Cadastramento dos Recursos de Manutenção

Equipamentos

O sistema deve ser capaz de cadastrar os equipamentos em bases hierarquizadas, com ao menos as seguintes hierarquias:

- Sistema;
- Equipamento;
- Sub-sistema;
- Componente.

O cadastramento deve suportar ao menos as seguintes características:

- *Tag number*;
- Fornecedor;
- Peças-Reserva associadas;
- Serviço próprio ou terceirizado;
- *FMEA* (sim ou não);
- Documentação associada (manuais, desenhos, planos de preventiva e inspeções);
- Confiabilidade (sim ou não).

Recursos Humanos

O sistema deve ser capaz de cadastrar os funcionários, com ao menos as seguintes hierarquias:

- Chefia;
- Apoio Administrativo;

- Planejador;
- Encarregado de equipe;
- Profissional (mecânico, eletricista, operador de utilidades, predial) I;
- Profissional (mecânico, eletricista, operador de utilidades, predial) II;
- Aprendiz.

O cadastramento deve suportar ao menos as seguintes características para cada funcionário:

- Número de matrícula na empresa;
- Horário de Trabalho;
- Salário-Hora;
- Histórico de Férias e Afastamentos;
- Histórico de Treinamentos.

➢ **Gerenciamento das Intervenções de Manutenção**

Emergência:

O sistema deverá suportar a seguinte rotina:

- O usuário aciona a Manutenção, diretamente ao profissional, ou via telefone com o apoio administrativo;
- Após o serviço concluído, o profissional descreve a ocorrência no formulário apropriado;
- Este formulário estará disponível *on-line*.

Corretiva:

O sistema deverá suportar a seguinte rotina:

- O usuário aciona a Manutenção via apoio administrativo ou *on-line*, via micros;
- O apoio administrativo ou lideranças, via senha, considera a validade do pedido;
- Se válido, classifica e programa a atividade de acordo com a gravidade/urgência do caso, abrindo uma O.S. numerada;
- Após o atendimento da O.S., o responsável dá baixa no item.

Preventiva:

O sistema deve suportar Planos de Manutenção Preventiva (MP):

- O sistema emitirá com 15 dias de antecedência o Plano Semanal de Tarefas;
- A partir deste plano, as lideranças farão a Programação de atividades da semana, alocando recursos nas turmas de trabalho, através de formulário informatizado e que considera os horários de trabalho cadastrados e situação de férias e afastamentos;
- Os controles das tarefas preventivas serão feitos pela devolução do Plano de Trabalho Semanal, que será informado ao sistema para atualização de dados e reprogramação;
- O Plano deve conter HH (hora-homem), ferramentas, peças, etc.

Preditiva:

O sistema deve suportar um Plano de Inspeções, emitido mensalmente:

- A partir deste plano, o sistema recebe a situação de variáveis críticas, plota as mesmas e as oferece para análise das lideranças;
- A partir destas análises, a liderança abre uma O.S. para uma intervenção corretiva.

Confiabilidade:

O sistema deverá dispor de um módulo para inserção de dados empíricos e proposição de modelos de distribuição estatística capazes de modelar os dados e calcular os *MTBF* e *MTTR* das distribuições.

Reformas e *Retroffiting*:

O sistema deverá dispor de um módulo para inserção de dados históricos de acompanhamento de reformas e modernizações.

- **Controles das Intervenções**

O sistema deverá ser capaz de emitir relatórios, contendo ao menos a armazenagem instantânea e acumulada das seguintes variáveis:

- Minutos de equipamentos parados por tipo de manutenção;
- Alocação de mão-de-obra por equipe e individual;
- Equipamentos sob intervenção;
- Percentagem de intervenções em cada equipe;
- Histórico de equipamentos;
- Sinalização de retrabalho em equipamentos;
- Sinalização de ociosidade em preventiva;
- Controle de peças em almoxarifado, estoque mínimo, máximo e valores estocados;
- HH reservados para treinamentos intra e extra-manutenção;
- Cálculo de eficiência de Manutenção;
- Relatórios de custos de não-operação;
- Custos de Manutenção (HH + peças) por Centro de Custo.

- **Plataforma Informatizada**

O sistema deverá operar em plataforma composta por máquinas distribuídas em rede e software básico adequado. Deve ser disponível uma integração com os sistemas de materiais e de pessoal existente.

5) IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÃO

- **Introdução**

Este artigo tem por objetivo apresentar uma orientação prática sobre as diversas etapas necessárias para a implantação de um Sistema de Gerenciamento de Manutenção em uma empresa (indústrias, hospitais, prédios comerciais, etc.).

Historicamente, as empresas nacionais trabalham principalmente visando a produção, utilizando o trabalho da equipe de manutenção prioritariamente em casos de quebra de equipamentos. A manutenção não é considerada como uma opção de negócios pela empresa, ou seja, não há orçamento para investimento em manutenção ao contrário do que ocorre com a operação. Neste caso, a equipe de manutenção trabalha normalmente sem planejamento, atendendo, principalmente, a atividades corretivas e paradas programadas pela operação.

Para que a equipe de manutenção passe a trabalhar de forma planejada, executando atividades de rotina preventivas e preditivas, é necessária a utilização de um produto ("software") desenvolvido especificamente para o gerenciamento da manutenção.

É importante frisar que o produto a ser utilizado é apenas uma ferramenta, a qual auxiliará a equipe de manutenção a trabalhar de forma organizada e planejada. Desta forma, nunca se deve considerar que a aquisição do produto será suficiente para que todos os problemas existentes sejam resolvidos. É exatamente a partir deste ponto que eles podem se agravar. É necessário um planejamento rigoroso para que a implantação do sistema seja feita de forma satisfatória.

- **Planejamento da Implantação do Sistema de Gerenciamento da Manutenção**

A primeira etapa a ser considerada é a elaboração de um cronograma detalhado de todas as atividades a serem executadas durante o período de implantação do sistema. Cada atividade deve ser relacionada considerando sua duração, responsável, equipe envolvida e a dependência de outras atividades. É importante considerar o envolvimento e o comprometimento de todos para que o processo não sofra descontinuidade.

É recomendável iniciar a implantação por uma área piloto a ser previamente definida. A implantação gradativa das funções em uma área piloto é importante para que os primeiros resultados obtidos possam ser avaliados e possíveis erros ou distorções possam ser corrigidos antes de sua extensão a todas as áreas da empresa.

O objetivo principal da implantação de um sistema deste tipo é privilegiar a execução de serviços preventivos e preditivos com a conseqüente diminuição de serviços corretivos e aumento da disponibilidade operacional de equipamentos produtivos.

- **Definição do "Software" de Gerenciamento de Manutenção**

Inicialmente, deve-se elaborar uma análise e diagnóstico da empresa no que tange à atuação da manutenção tendo em mente as necessidades dos usuários, critérios para coleta de dados, os relatórios desejados e os índices de desempenho a serem controlados.

Em função disto, devem ser analisados os produtos voltados especificamente para o gerenciamento da manutenção, levando em consideração as características analisadas e diagnosticadas. Inúmeras são as opções disponíveis no mercado entre produtos desenvolvidos no país ou produzidos em outros países. Entre eles destacamos alguns:

MP2 Professional da Datastream (USA);
MP2 Enterprise da Datastream (USA);
MP5 da Datastream (USA);
Maximo da PSDI (USA);
Coswin da Siveco (França);
LS Maestro da Logical Soft;
Engeman da Global Trends;
ManTec da Semapi;
SIM da Astrein;
SMI da Spes Engenharia, entre outros.

Todos os produtos acima têm as funções básicas voltadas para a manutenção, sendo que cada um possui suas próprias características. Vale lembrar que os Sistemas Corporativos disponíveis no mercado (por exemplo, Datasul, R/3 da SAP, Microsiga, etc.), possuem também o módulo de manutenção, porém não possuem a especialização, bem como não são atualizados na mesma velocidade dos acima indicados.

Para se definir qual o mais adequado para ser utilizado devem ser considerados alguns fatores, tais como:

número de usuários simultâneos;
funções disponíveis;
ambiente de gerenciamento de banco de dados utilizado;
melhor relação custo/benefício;
relatórios disponíveis;
recursos para modificação e/ou criação de novos relatórios;
possibilidade de transferência de dados de relatórios para outros aplicativos (planilhas, processadores de texto, etc.);
facilidade para criação de novos relatórios e gráficos;
disponibilidade de campos para serem utilizados conforme definição dos usuários;
possibilidade de personalização (alteração de nomes de campos, menus, funções, telas, janelas, etc.);
possibilidade de integração com Sistema Gerencial e Programa de Análise Preditiva, etc.

- **Definição de Dados Básicos**

Após a definição do produto ("software") a ser utilizado, deve-se partir para a implantação propriamente dita.

A primeira etapa a ser considerada deve ser a definição das identidades básicas (campos chaves do banco de dados) a serem adotados na manutenção, tais como:

Identificação de equipamentos;
Identificação da mão de obra;
Identificação dos itens de almoxarifado;
Identificação das atividades de manutenção;
Identificação das Ordens de Serviço, Solicitações de Serviço, Cotações, Requisições e Ordens de Compra, etc.;

Outros critérios básicos a serem definidos devem ser, entre outros:

Tipos de equipamentos (por exemplo: motor, bomba, compressor, etc.);
Centros de custo adotados na manutenção;
Tipos de Ordens de Serviço (por exemplo: corretiva, preventiva, preditiva, programada, etc.);
Criticidade dos equipamentos conforme critério definido pela empresa;
Prioridades de execução de Ordens de Serviço;
Grupos e usuários do sistema, etc.

Para as identificações de campos chaves, algumas regras básicas devem ser respeitadas:

Criar identificações que sejam significativas, fáceis de se usar e de serem memorizadas;
Criar códigos de identificação (por exemplo, para equipamentos, áreas, localizações, tipo de equipamentos, etc.) que sejam de fácil reconhecimento por todos os funcionários da empresa.

Para a identificação de equipamentos, é recomendável iniciar por informações gerais e terminar em informações específicas, tal como iniciar com o tipo ou localização do equipamento e terminar com o número sequencial. Não é recomendável iniciar a identificação por números.

Estas regras básicas devem ser seguidas para facilitar a memorização e a pesquisa de informações no banco de dados do sistema.

Para a coleta e entrada de dados no sistema, podem ser utilizados formulários adequados. Alguns produtos dispõe de recurso para impressão de formulários padrão. Neste caso podem ser utilizados para dados específicos como Cadastro de Equipamentos, Funcionários, Atividades de Manutenção, tabelas diversas, etc.

Nesta etapa devem, também, ser feitas no sistema as adequações às condições da empresa, tais como: alteração de nomes de campos, menus, telas, janelas, etc.

Os dados básicos, tais como identificação da empresa, preenchimento de tabelas básicas, etc. devem ser executadas seguindo os critérios definidos nesta etapa.

- **Definição dos Grupos de Acesso**

Devem ser definidos os grupos e respectivos usuários considerando-se as funções disponíveis, telas e campos habilitados para visualização, alteração, etc., em função das atribuições de cada um. É importante fazer um levantamento das funções disponíveis e as facilidades disponíveis no produto adotado.

- **Elaboração do Fluxo de Informações na Manutenção**

Nesta etapa, deve ser elaborado um fluxograma definindo os passos a serem seguidos na execução de uma Ordem de Serviço, seu ciclo de vida, considerando desde a Solicitação de Serviço, planejamento, execução e fechamento da Ordem de Serviço, incluindo responsáveis e atribuições de cada um.

- **Definição dos Relatórios Gerenciais**

Os relatórios a serem gerados pelo sistema devem ser concisos e conclusivos para poder expressar corretamente o comportamento da manutenção permitindo um planejamento das metas futuras. Para tal devem ser definidas as informações a serem sistematicamente preenchidas para a obtenção de resultados consistentes nos relatórios.

Sugere-se observar a existência ou não de um gerador de relatórios antes da escolha do produto a ser adquirido.

- **Definição dos Índices de Desempenho**

Os índices de desempenho devem ser criteriosamente definidos em função dos parâmetros controlados na empresa, sendo que entre os índices básicos, considerados Índices Classe Mundial, temos:

Tempo Médio Entre Falhas – relação entre o produto do número de itens por seus tempos de operação e o número total de falhas detectadas nesses itens, no período observado;

Tempo Médio Para Reparo - relação entre o tempo total de intervenção corretiva em um conjunto de itens com falha e o número total de falhas detectadas nesses itens, no período observado;

Tempo Médio Para Falha – relação entre o tempo total de operação de um conjunto de itens não reparáveis e o número total de falhas detectadas nesses itens, no período observado;

Disponibilidade de Equipamentos – relação entre a diferença do número de horas do período considerado (horas calendário) com o número de horas de intervenção pelo pessoal de manutenção (manutenção preventiva por tempo ou por estado, manutenção corretiva e outros serviços) para cada item observado e o número total de horas do período considerado;

Custo de Manutenção por Faturamento – relação entre o custo total de manutenção e o faturamento da empresa no período considerado;

Custo de Manutenção pelo Valor de Reposição – relação entre o custo total acumulado na manutenção de um determinado equipamento e o valor de compra desse equipamento novo (valor de reposição).

Perda de Produção por Tonelada Produzida.

- **Alimentação do Sistema com dados consistentes**

É de fundamental importância considerar que o sistema por si só não é capaz de apresentar os resultados por nós desejados. Todas as informações devem ser alimentadas no banco de dados para que o sistema possa apresentar dados consistentes.

Desta forma, todas as informações importantes referentes a cadastramento de equipamentos, cadastramento das atividades de manutenção periódica, e de cada Ordem de Serviço executada devem ser corretamente preenchidas no sistema, bem como informações como paradas programadas, horas previstas de trabalho para cada funcionário e respectivas exceções, peças utilizadas e/ou em estoque, com respectivo custo, etc.

- **Cadastramento de Equipamentos**

Nesta etapa devem ser levantados todos os dados referentes aos equipamentos, tais como, modelo, número de série, fabricante, localização, centro de custo, departamento ao qual pertence, número do patrimônio, bem como suas características técnicas (dados de placa), peças sobressalentes, componentes, normas de segurança adotadas na manutenção, documentos associados (manuais, desenhos, esquemas, fotos, etc.), contadores ou medidores utilizados (horas de funcionamento, quilometragem, entre outros), etc.

- **Levantamento dos Motivos de Avaria e Análise de Falhas**

É interessante levantar os motivos de avaria mais freqüentes por tipo de equipamento e respectivas soluções para que os usuários possam utilizar o sistema para análise de falhas em cada equipamento. Em geral, os produtos disponíveis dispõe de funções para tal.

- **Cadastramento da Mão de Obra**

Toda a mão de obra envolvida na execução de serviços de manutenção deve ser cadastrada no sistema. A cada funcionário deve ser atribuída uma especialidade (mecânico, eletricista, etc.), tendo em vista o planejamento a ser adotado. O salário de cada um deve ser preenchido adequadamente para apropriação do custo da execução de cada Ordem de Serviço. Também devem ser inseridas no sistema as informações referentes às exceções de

trabalho normal, tais como: férias, compensação, licença médica, etc., para cada funcionário.

- **Levantamento e Cadastramento das Atividades de Manutenção**

Todas as atividades rotineiras de manutenção (tarefas ou intervenções) tais como preventivas mecânicas, elétricas, de instrumentação, de lubrificação, de inspeção, de calibração, etc., devem ser descritas e cadastradas no sistema. O levantamento deve sempre considerar as recomendações do fabricante dos equipamentos, quando houver, e a experiência prática da equipe de manutenção.

Para cada atividade cadastrada devem ser relacionados os equipamentos envolvidos, prioridade de execução, mão de obra envolvida (especialidades e/ou contratados), horas previstas para execução, peças sobressalentes e ferramentas necessárias, instruções a serem seguidas, periodicidade de execução (semanal, quinzenal, mensal, a cada 5000 horas, a cada 10000 quilômetros, por exemplo) e os documentos associados (manuais, desenhos, esquemas, fotos, etc.).

- **Utilização das Ordens de Serviço**

Normalmente as Ordens de Serviço geradas para atividades preventivas, programadas e preditivas são geradas diretamente pelo sistema, a partir de solicitação do usuário. Já as Ordens de Serviço corretivas devem ser preenchidas totalmente pelo usuário e/ou executante das mesmas.

É de suma importância considerar que a Ordem de Serviço é o principal instrumento para a formação do histórico do sistema. Portanto, todos os campos necessários devem ser preenchidos corretamente pelo executante para que informações consistentes estejam guardadas no banco de dados.

- **Histórico de Ordens de Serviço**

As Ordens de Serviço executadas e fechadas devem ser transferidas para o histórico e devem ser protegidas de alterações indevidas. O histórico deve ser mantido por tempo pré-determinado no banco de dados para consulta (por exemplo, 6 meses, 01 ano, etc.). Para que as consultas sejam bem sucedidas é de fundamental importância que as Ordens de Serviço tenham todos os seus campos principais (definidos em função de todos os itens anteriores) corretamente preenchidos.

- **Programação das Ordens de Serviço**

O(s) usuário(s) responsável(is) pela programação das atividades de manutenção devem utilizar as funções disponíveis no produto para montar a programação diária, semanal ou mensal das Ordens de Serviço, considerando o efetivo disponível por especialidade. Todas as distorções deverão ser corrigidas para que os serviços sejam distribuídos de forma equilibrada considerando a utilização racional da mão de obra disponível e as paradas programadas de equipamentos.

No planejamento é importante que o sistema possa indicar ao usuário as limitações existentes com relação a mão de obra e peças necessárias.

- **Tratamento das Solicitações de Serviço**

Qualquer solicitação de serviço originada fora da equipe de manutenção deve ser inserida no sistema como Solicitação de Serviço. Deverá caber ao(s) responsável(is) pela programação das Ordens de Serviço verificar as Solicitações de Serviço existentes e decidir sobre a sua aceitação ou recusa. Em caso de aceitação, a Solicitação será transformada em Ordem de Serviço.

- **Reavaliação das Atividades de Manutenção**

Após um período de utilização das atividades cadastradas, deve ser feita uma reavaliação das mesmas com relação à periodicidade, instruções, especialidades envolvidas, horas previstas para execução, etc., sempre com o objetivo de se aprimorar o sistema. Deste modo, percebe-se que o processo é dinâmico, sendo necessária uma análise por parte dos usuários de todas as informações cadastradas.

- **Reavaliação de Relatórios e Gráficos**

Da mesma forma, os relatórios e gráficos utilizados deverão ser reavaliados para serem aprimorados, apresentando apenas dados consistentes.

- **Manutenção do Banco de Dados**

Após o início de utilização regular do sistema deve ser estabelecido um procedimento básico de manutenção do banco de dados, baseado nas funções disponíveis no produto. Entre estes procedimentos incluem-se o salvamento do banco de dados ("backup"), execução periódica de rotinas de reparo e compactação do banco de dados, recuperação do banco de dados em caso de problemas, etc.

- **Criação de Arquivos Históricos**

Á medida que o tempo for passando o banco de dados irá crescer, tornando as tarefas rotineiras mais demoradas. Neste caso, deve-se proceder à criação de arquivos históricos retirando do banco de dados informações mais antigas de Ordens de Serviço executadas, transações de Almoxarifado, Ordens de Compra, etc. Estes arquivos deverão ser salvos independentemente do banco de dados de forma a serem recuperados para consulta, quando necessário.

- **Almoxarifado e Compras**

O produto adotado deverá dispor de funções para controle dos itens existentes no Almoxarifado, níveis de estoque e da Gestão de Compras ou de mecanismos para troca de informações com outros sistemas, de modo a permitir um funcionamento integrado das informações da manutenção com estes setores.

- **Palavras Finais**

Tentamos mostrar, de forma sucinta, as diversas etapas necessárias à implantação de um Sistema de Gerenciamento de Manutenção envolvendo definições, levantamento e cadastramento de dados, utilização rotineira, com respectivos responsáveis. O engajamento de toda a equipe é de fundamental importância para o êxito do empreendimento.

Um bom planejamento e definições corretas são essenciais ao bom andamento da implantação e obtenção de resultados significativos, em termos de desempenho da manutenção.

6) CONCLUSÃO

Mudanças tecnológicas dos últimos anos ocorreram na manutenção de forma bem acentuada, onde está cada vez mais preponderando o gerenciamento orçamentário em vez do gerenciamento técnico. Se a manutenção não tem que dar lucro, também não tem que dar prejuízo. A "Manutenção Baseada no Risco" ou "Manutenção Centrada no Negócio" ou "Manutenção Estratégica" já está sendo praticada por empresas de gestão avançada.

Na formação gerencial da manutenção também se destaca o atendimento ao cliente. O fator "qualidade" exerce grande influência nas decisões quanto ao tipo de estratégias a serem utilizadas.

Por outro lado, a gestão tecnológica se baseia em três processos paralelos, diferentes, porém complementares.

9. Melhoria continua dos atuais produtos / serviços / processos / métodos (denominado "kaizen" pelos japoneses)
10. Extensão e desenvolvimento escalonado, também denominado "evolução dirigida", que consiste no uso de novos produtos / serviços / processos / métodos para criar outro sempre mais novo (up grade).
11. Inovação sistemática que consiste na criação de novos produtos e/ou serviços e/ou processos e/ou métodos através do aproveitamento das oportunidades derivadas das mudanças econômicas, sociais, demográficas e tecnológicas.

Os gerentes devem buscar, antes de iniciar o processo de seleção a avaliação de suas necessidades e identificar os pontos mais importantes a serem exigidos das empresas que irão oferecer seus produtos de gestão.

O software deve atender ao modelo de gestão da corporação e as características operacionais da manutenção. Este cuidado se dá principalmente na área de serviço.

Devem ser analisados os recursos humanos, qualitativos e quantitativos necessários para atender as etapas do processo de implementação.

A informatização da manutenção tem que fazer parte do planejamento estratégico da corporação.

Também deve ser solicitado dos fornecedores que comercializam softwares uma demonstração de seu produto para avaliação. Além disso, devem consultar seus clientes na qualidade dos serviços prestados no processo de implementação.

O sistema deve ser de fácil operação (amigável) e adequabilidade, além de oferecer os meios adequados ao processo de gestão em função do porte da empresa (ou área) onde vai ser aplicado, bem como dos recursos disponíveis. Não tem sentido ter um software que ofereça todos os recursos de gestão e, em conseqüência seja muito caro, para uma empresa (ou área) onde não existem recursos humanos ou materiais para utilizar seu potencial. Os supervisores e o pessoal envolvido devem receber treinamento adequado em gerenciamento da manutenção, planejamento, informática e participar dos eventos de manutenção, feiras e congressos antes do processo de seleção e implementação. É fundamental gerar massa crítica para uma perfeita aquisição.

Lourival A. Tavares

Um sistema informatizado de gerenciamento de manutenção irá ser a mais valiosa fonte de informação e a mais necessária ferramenta de gestão e de engenharia de manutenção à disposição dos gestores, se bem utilizado, responsavelmente administrado e principalmente utilizado pela alta gerência. Caso contrário somente será mais um processo burocrático e que apenas consumirá horas de trabalho das equipes técnicas e administrativas, constituindo-se em um grande estorvo nos trabalhos do dia-a-dia.

METODOLOGIA DE CÁLCULO PARA OS "INDICADORES DE PERFORMANCE"

1-DISPONIBILIDADE DA LINHA

$$\% = \frac{\text{Horas disponíveis da Linha na Capacidade Nominal}}{\text{Total de Horas de Trab. Previstas do Período Considerado}}$$

(Alvo ≥ 96%)

2-PORCENTGEM DE UTILIZAÇÃO DA LINHA

$$\% = \frac{\text{Horas de Operação da Linha na Capacidade Nominal}}{\text{Horas disponíveis da Linha na Capacidade Nominal}}$$

(Alvo ≥ 96%)

3-CUSTO DE MANUTENÇÃO POR UNIDADE DE PRODUÇÃO

$$\text{Custo/Unidade} = \frac{\text{Custo Total de Manutenção no Período}}{\text{Total de Unidades Acabadas no Período}}$$

(Alvo: Redução Anual)

4-PORCENTAGEM DE NÃO CONFORMIDADES

$$\% = \frac{\text{Número de Unidades não Conformes}}{\text{Total de Unidades Produzidas (Incluindo as não conformes)}}$$

(Alvo: Redução Anual)

5-PORCENTAGEM DE HORAS EXTRAS DE MANUTENÇÃO

$$\% = \frac{\text{Total de Horas Extras no período}}{\text{Total de Horas Trabalhadas no período}}$$

(Alvo: abaixo de 5%)

6-PORCENTAGEM DE EMERGÊNCIAS

$$\text{Horas } \% = \frac{\text{Total de Horas Trabalhadas em Serviços de Emergência}}{\text{Total de Horas Trabalhadas}}$$

(Alvo: abaixo de 10%)

7-PORCENTAGEM DOS EQUIPAMENTOS COBERTOS PELOS PLANOS DE MANUTENÇÃO PREDITIVA

$$\% = \frac{\text{Número de Equipamentos cobertos pelos Planos de Manutenção Preditiva}}{\text{Número de Total de Equipamentos que podem ser cobertos pelos Planos de Manut. Pred.}}$$

(Alvo: 100%)

8 - PORCENTAGEM DE SERVIÇOS REALIZADOS EM EMERGÊNCIA COMPARADOS COM OS SERVIÇOS DE PREVENTIVA E PREDITIVA

$$\% = \frac{\text{Total de Horas Trabalhadas em Emergência}}{\text{Total de Horas em Preventiva e Preditiva}}$$

(Alvo: abaixo de 20%)

9-PORCENTAGEM DE FALHAS ENCONTRADAS NOS LEVANTAMENTOS TERMOGRÁFICOS

$$\% = \frac{\text{Número de Falhas Encontradas}}{\text{Número de Equipamentos Pesquisados}}$$

(Alvo: abaixo de 3%)

10-RELAÇÃO ENTRE PREVENTIVA/PREDITIVA E SERVIÇOS CORRETIVOS

Alvo =100% Serviços realizados em Preventiva e Preditiva
Alvo =0% Serviços corretivos

11-MTBF - TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS (Alvo:)

$$\text{Horas} = \frac{\text{Total de Horas Programadas para Produção}}{\text{Número de Paradas da linha de Produção + 1}}$$

12-MTTR - TEMPO MÉDIO PARA REPARO (Alvo:)

$$\text{Horas} = \frac{\text{Total de Horas Paradas da Linha de Produção para Manutenção}}{\text{Número de Paradas da linha de Produção} + 1}$$

Custo de Manutenção pelo Valor de Reposição – Relação entre o custo total a-cumulado na manutenção de um determinado equipamento e o valor de compra desse equipamento novo (valor de reposição).

Custo de Manutenção por Faturamento - Relação entre o custo total de manutenção e o faturamento da empresa no período considerado.
Este índice é de fácil cálculo uma vez que os valores, tanto do numerador quanto do denominador, são normalmente processados pela contabilidade da empresa.

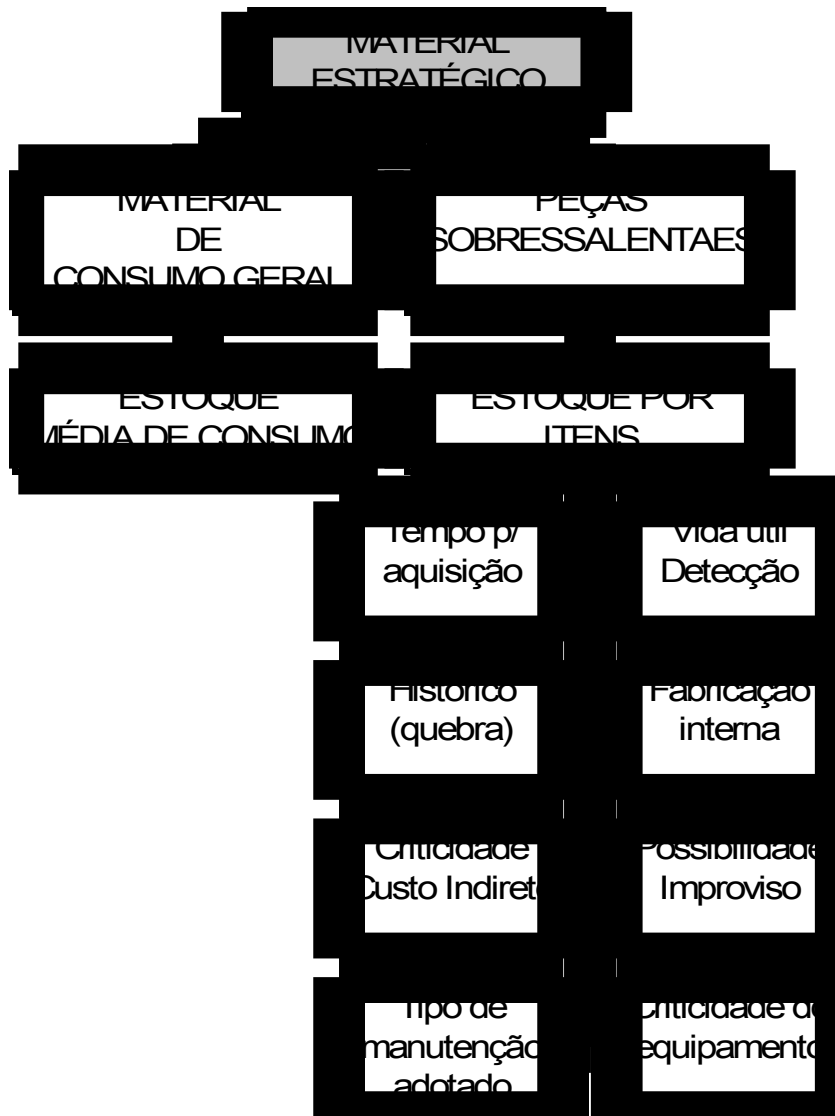
Disponibilidade de Equipamentos - Relação entre a diferença do número de horas do período considerado (horas calendário) com o número de horas de intervenção pelo pessoal manutenção (manutenção preventiva por tempo ou por estado, manutenção corretiva e outros serviços) para cada item observado e o número total de horas do período considerado.
A disponibilidade de um item representa o percentual do tempo em que cada um ficou a disposição do órgão de operação para desempenhar sua atividade.
O índice de Disponibilidade também é identificado como "Performance ou Desempenho de Equipamentos" e, para itens de operação eventual, pode ser calculado como a relação entre o tempo total de operação de cada um e a soma deste tempo com o respectivo tempo total de manutenção no período considerado
Esse índice também pode ser calculado como a diferença entre a unidade e a rela-ção entre as horas de manutenção e a soma dessas horas com as de operação dos equipamentos ou, ainda, como a relação entre o Tempo Médio entre Falhas e a so-ma deste com o Tempo Médio para Reparo.

Tempo Médio Para Falha - Relação entre o tempo total de operação de um conjunto de itens não reparáveis e o número total de falhas detectadas nesses itens, no período observado.
Esse índice deve ser usado para itens que são substituídos após a ocorrência de uma falha.
É importante observar a diferença conceptual existente entre os índices Tempo Médio Para Falha e Tempo Médio Entre Falhas. No primeiro (TPPF), o índice é calcu-lado para itens que NÃO SÃO reparados após a ocorrência de uma falha, ou seja, quando falham são substituídos por novos e consequentemente, seu tempo de reparo é zero. No segundo (TPEF), o índice é calculado para itens que SÃO repara-dos após a ocorrência da falha.
Portanto, os dois índices são mutuamente exclusivos, ou seja, o cálculo de um exclui o cálculo do outro para itens iguais.
O cálculo do Tempo Médio Entre Falhas deve estar associado ao cálculo do Tempo Médio para Reparos.

Tempo Médio Para Reparo - Relação entre o tempo total de intervenção corretiva em um conjunto de itens com falha e o número total de falhas detectadas nesse itens, no período observado.
Esse índice deve ser usado para itens para os quais o tempo de reparo ou substituição é significativo em relação ao tempo de operação.

Tempo Médio Entre Falhas - Relação entre o produto do número de itens por seus tempos de operação e o número total de falhas detectadas nesses itens, no período observado.

Esse índice deve ser usado para itens que são reparados após a ocorrência de uma falha.

ESTOQUE DE MANUTENÇÃO

Objetivos do controle de estoque da manutenção:

- Melhorar a confiabilidade dos equipamentos
- Melhorar o atendimento (diminuir o tempo de máquina parada)
- Reduzir custos

Thanus Saliba

TREINAMENTO

O Curso de Aspectos de Qualidade em Manutenção visa familiarizar o participante com as práticas elementares adotadas nesta atividade (preditiva, preventiva e corretiva),

bem como com os conceitos básicos de qualidade, situando a manutenção como prestação de serviços internos, fato que possibilita identificar as características que permitam dotar esta atividade de melhoria contínua da qualidade de sua execução, como quem é o cliente, quais suas exigências e como executar a manutenção com qualidade. Também há o envolvimento do fator humano, requerendo estudos sobre a motivação profissional e a qualificação dos colaboradores da manutenção, ainda visando sua qualidade. Na interface com a ciência da confiabilidade, serão explorados os conceitos de disponibilidade e taxa de falhas, índices que podem ser empregados para qualificar a eficácia da manutenção.

CONFIABILIDADE

1) Introdução

Confiabilidade, segurança e qualidade são palavras de sucesso no mundo globalizado de hoje. Em qualquer que seja o cenário de atuação de uma empresa: comercial, industrial e setor público.

2) Porque é Importante Pensar em Confiabilidade?

Mudanças cada vez mais rápidas e significativas no ambiente competitivo têm lançado as empresas numa incessante busca por qualidade e produtividade.
Essas empresas têm procurado uma resposta para o aumento de sua competitividade basicamente em duas "frentes de ataque": na otimização dos seus processos produtivos, bem como no incremento do seu processo de desenvolvimento de produtos.

É neste contexto que a confiabilidade adquire um elevado grau de importância, dado o seu enorme potencial para o aumento de produtividade e melhoria da qualidade dos produtos.

PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO

1) DEFINIÇÃO DE PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO

Planejamento de Manutenção é o órgão que basicamente define onde e quando os serviços de manutenção deverão ser prestados. É também o órgão que procura aprimorar a

qualidade dos serviços de manutenção, reduzindo o tempo de parada e melhorando a distribuição de mão de obra, evitando a sobrecarga do pessoal mais experiente.

Essa distribuição de mão de obra para planejamento a curto prazo, obedece um critério de escala de prioridades para atendimento do serviço, sendo esse um dos aspectos característicos dos sistemas de trabalho de quase todas as organizações de manutenção industrial.

A existência de prioridades diferenciadas se justifica, uma vez que os trabalhos necessários de manutenção estão relacionados a defeitos, falhas, manutenção preventiva ou ainda pequenas modificações em equipamentos ou sistemas de diferentes importâncias para a produção ou segurança.

Embora teoricamente possa ser adotado um critério automático de atribuições de prioridades, dificilmente este poderá ser implantado na prática, de modo a atender com propriedade à dinâmica de produção. Existirão serviços mais ou menos urgentes em equipamentos importantes; a importância de um equipamento ou sistema não é constante para condições diferentes de produção.

Assim, admitindo-se a atribuição de prioridades como uma atividade a ser exercida por pessoas, é notório ser fonte freqüente de conflitos entre a manutenção e o usuário do equipamento; é o ponto nevrálgico do relacionamento entre o planejamento e o órgão de produção, independentemente do sistema de produção adotado.

Estes pontos de conflito são na maioria das vezes reduzidos através do estabelecimento de conversação entre os gerente de manutenção e produção, visando definir prioridades para programação dos serviços; em algumas indústrias adotam-se também programas de determinação de fatores de programabilidade, fatores estatísticos, programas computadorizados, seqüências numéricas, etc.. .

Independentemente de qualquer conflito, é definido que nenhum serviço deverá ser executado sem uma ordem de serviço; a ordem de serviço é o documento básico para a prestação do serviço de manutenção.

Uma ordem de serviço inicia-se através de uma solicitação de serviço emitida pelos responsáveis pelos setores fabris das unidades ao notarem alguma deficiência ou mesmo a necessidade de alteração de uma máquina ou equipamento ou ainda uma reforma ou conservação de prédios e armazéns. Esta solicitação de serviço é preenchida em formulário próprio e encaminhada ao órgão de planejamento de manutenção; este completa os dados no documento, verifica disponibilidade de máquinas, peças, mão de obra, verbas, prioridade, etc., bem como aceita ou rejeita a solução se julgada impertinente.

Sempre que uma solicitação de serviços é rejeitada o planejamento de manutenção devolve o documento ao emitente indicando claramente o motivo da não aceitação.

As solicitações de serviços aprovadas recebem um número e são classificadas conforme a sua prioridade. A classificação de prioridades, aqui, é a que o planejamento aprova, e não a solicitada, pois existe uma tendência de preencher as solicitações de serviço sempre com o máximo grau de prioridade, como vimos anteriormente.

O planejamento nesta etapa detalha a obra e estima os homens-hora necessários para a execução do serviço. Quando profissionais de diversos setores são envolvidos, uma cópia do documento, na forma agora de uma ordem de serviço, é enviada a cada setor, indicando quantos homens-hora foram estimados para a execução da parcela do serviço.

Alguns serviços mais complexos ou mais extensos chegam a exigir programação cautelosa ao nível de detalhe e às vezes redes PERT/CPM para conclusão dos trabalhos em tempo hábil, e para que o material a ser aplicado esteja disponível no tempo correto.

Assim, a folha de tarefas e programação de serviços é feita; com esta programação em mãos os supervisores e encarregados dos setores executantes ficam a par dos problemas, da seqüência das obras e preparam-se para o serviço que será iniciado escolhendo o pessoal mais indicado e adequado à execução.

Com um planejamento cuidadoso, é ainda nesta fase que todo o material necessário sai do almoxarifado, já que previamente foi verificada a existência das peças, componentes

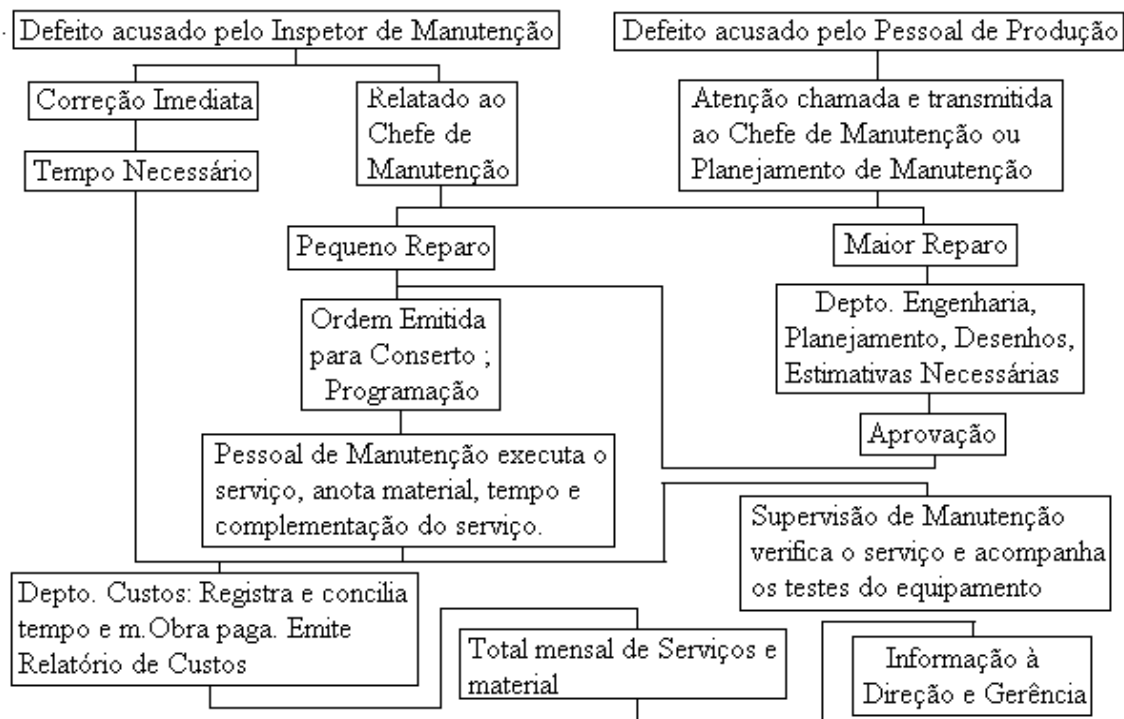
e tudo o mais que será aplicado na obra. A não execução desta seqüência poderá implicar na paralisação dos serviços, às vezes , em fases criticas; ferramentas especiais serão separadas e colocadas a disposição dos executantes.

No dia exato o serviço é iniciado e, às vezes concluído. Existem serviços que são executados em horas por um profissional e outros que demoram dias, ocupando diversos profissionais e setores, e outros ainda que são feitos onde um grupo trabalha após o outro, seqüencialmente.

Assim ao término de cada dia, o pessoal envolvido preenche o relatório diário de horas ou cartão de apropriação de mão de obra, que irá servir de base para preenchimento de boletins diários de manutenção, relatório de atividades ou ainda para determinação de custos de manutenção.

Quando o serviço for concluído, o requisitante será avisado para aceitação, no próprio formulário utilizado para solicitação.

As ordens de serviço retornam para o planejamento e são encerradas. Dados de custo com detalhes de homens-hora, material e ainda perda de produção serão levantados pelo departamento de custos, usando como referência os valores indicados nas ordens de serviço, boletins diários de manutenção, requisições de materiais e relatórios da produção.

ROTINA DE UMA ORDEM DE SERVIÇO

Até aqui consideramos que todo serviço foi absorvido imediatamente, só podendo ser programadas novas ordens de serviço após a conclusão de um serviço mais antigo. Neste caso estas ordens de serviço aguardando programação formam o "BACK-LOG" da equipe de manutenção.

EXEMPLO DE UMA ORDEM DE SERVIÇO

	ORDEM DE SERVIÇO	C. CUSTO	N.º DA ORDEM DE SERVIÇO		
			EQUIPAMENTO	SEQUEN.	TIPO

LOCAL E DESCRIÇÃO DO SERVIÇO SOLICITADO

PRIOR	EQUIPAMENTO	ÁREA	UNIDADE/LOCAL	EXECUTAR ANTES DE	EQUIPAMENTO DISPONÍVEL	
				/ /	DATA	HORA

DATA DA EMISSÃO	SOLICITADO POR		APROVADO POR	
/ /	IBM	VISTO	DATA	VISTO

SEQ.	DESCRIÇÃO DETALHADA DO SERVIÇO	PROGRAMADO		
		CAT	HOMS	TEMP

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	LISTA DE FERRAMENTAS OU EQUIPAMENTOS

NEC. SEGURANÇA ☐ SIM ☐ NÃO | DESENHO ANEXO ☐ SIM ☐ NÃO | INSPETOR EQUIPAMENTOS ☐ SIM ☐ NÃO | COORDENADA POR / /

O. S. ENCAMINHADA A: SEMEC ☐ SECALT ☐ SEMEF ☐ SEINST ☐ SEL ☐ SEI ☐ DEPROD ☐ DEQ ☐ SEPEF ☐ SENAO ☐ SENAF ☐

OBS.:

INÍCIO DO SERVIÇO				TÉRMINO DO SERVIÇO				SERVIÇO ACEITO POR
DATA	HORA	IBM	VISTO	DATA	HORA	IBM	VISTO	/ /

BACK-LOG

BACK-LOG em manutenção é o tempo que a equipe executante deverá trabalhar para executar os serviços pendentes em carteira, supondo que não cheguem pedidos ou ordens de serviço durante a execução dos serviços pendentes.

É ainda o déficit de mão de obra da manutenção. Este valor pode estar associado à previsão de novas necessidades ou simplesmente indicar o déficit total existente no momento. Deve ser considerado também como uma ferramenta da qual o gerente de manutenção deve se. valer para avaliar a sua força de trabalho.

As causas e os motivos mais freqüentes que causam a existência do BACK-LOG devido a não execução imediata de um serviço são:

- Falta de mão de obra;
- Falta de material para a execução;
- Equipamento não disponível;
- Falta de condições de trabalho tais como: equipamentos ou máquinas muito quentes, presença de gases, equipamentos ao tempo, condições inseguras, etc.;
- Falta de ferramentas;
- Falta de equipamento de apoio;
- Motivos políticos, internos ou externos;
- Falta de verba.

Supondo que após estabelecido todo o trânsito na emissão da solicitação de serviço, a ordem de serviço tenha sido retida no planejamento por uma das razões indicadas. Neste caso as ordens de serviço poderão ser arquivadas por: ordem de prioridade, por equipamento, cronologicamente, por motivo de pendência, etc. Cada setor de planejamento encontrará a melhor ordem de arquivamento para sua análise e para os interesses da sua organização; quando o motivo da pendência for removido a ordem de serviço seguirá para execução.

As ordens de serviço que envolvem detalhamento de engenharia só devem ser consideradas para efeito de BACK-LOG, após a conclusão do detalhamento. Somente neste estágio existirá uma estimativa confiável do tempo a ser gasto e do material a aprovisionar pois qualquer estimativa, antes disso será pouco confiável.

Todos os outros serviços pendentes devem ser considerados para efeito de BACK-LOG e portanto o relatório do qual se vale o gerente de manutenção para ter uma idéia precisa e rápida de como estão as coisas na manutenção tem de ser bastante criteriosa; a melhor maneira de informar é dizer quanto de trabalho pendente ainda existe, traduzida em uma unidade de tempo.

A unidade de tempo varia de indústria para indústria cabendo ao gerente de manutenção adotar a que mais se adapta ao seu tipo de organização; normalmente se utiliza o dia, sendo que existem casos em que é adotada a semana e mais raramente o mês.

Para se obter um relatório de BACK-LOG, utiliza-se as ordens de serviços já coordenadas pelo planejamento e ainda não executadas; em seguida lista-se as ordens de serviço de acordo com a variável desejada ou seja, por setor ou turma de manutenção, por prioridade, por área, por tipo de serviço, etc..

Cada tipo de listagem fornecerá um relatório de BACK-LOG diferente, ou seja, uma listagem separando por setor, dará um BACK-LOG por setor executante envolvido.

Com a obtenção da soma dos tempos de todas as ordens de serviços pendentes em uma determinada categoria, divide-se o total pelo número de homens/hora do efetivo humano disponível no setor e obtém-se o valor em dias que os funcionários trabalharão para executar todo o serviço que está pendente, caso não sejam recebidas mais ordens de serviços.

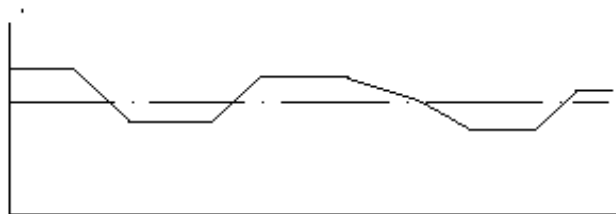
No cálculo do efetivo humano devem ser desconsiderados os oficiais que se encontram de férias, o absenteísmo, as condições especiais e as vagas não preenchidas, pois é evidente que qualquer cálculo utilizando força de trabalho não disponível estará incorreto.

Análise dos valores de BACK-LOG:

As informações que o BACK-LOG pode prestar são bastante úteis desde que analisadas correta e adequadamente; mesmo considerando que os critérios de análise irão variar de uma fábrica para outra, dá para se ter uma idéia da utilidade de avaliação do déficit de mão de obra de manutenção.

Suponhamos inicialmente que a turma de manutenção tenha pedidos de todas as prioridades a atender, menos os de emergência (P1) ou de urgência (P2); se a turma só trabalhar em itens de prioridade (P1) ou (P2) algo está mal, portanto tem-se que fazer alguma coisa para sair dessa situação. Se a manutenção só está trabalhando em itens (P4) ou (P5) é grande o risco de mão de obra ociosa. Uma análise deve ser feita , pois não é normal situações de tanta calma em manutenção.

BACK-LOG estável:

Valores estáveis ao longo do tempo darão um gráfico como o abaixo:

Este tipo de gráfico indica uma situação de estabilidade, o que não necessariamente significa uma boa condição, pois o BACK-LOG pode ser estável mas em um nível considerado muito alto. Neste caso pode se subcontratar alguns serviços ou mesmo mão de obra até que o BACK-LOG atinja valores aceitáveis.

Uma outra medida pode ser a autorização para execução de horas extras ou ainda, neste caso a longo prazo, ataca-se alguns fatores que podem trazer melhorias tais como: treinamento, modificação de métodos de trabalho, ferramentas adequadas, novos equipamentos, etc..

BACK-LOG crescente:

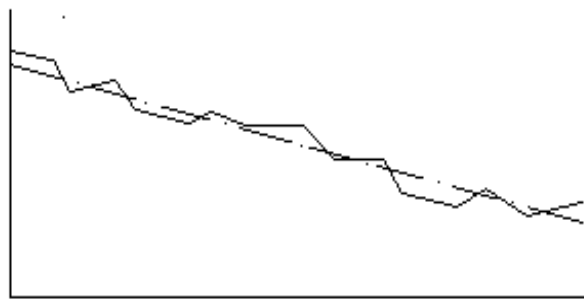
Neste caso o gráfico obtido é o seguinte:

Verifica-se que está havendo um aumento progressivo de pedidos pendentes, devido normalmente a mão de obra insuficiente. Deve-se no entanto considerar o que foi dito anteriormente sobre treinamento, métodos de trabalho e ferramentas adequadas.

Deve-se verificar também a supervisão imediata sobre os empregados para se determinar se a mesma é atuante e consegue obter boa produtividade na equipe, bem como boa qualidade de trabalho.

Se a supervisão não consegue cumprir o dito acima, pode acontecer de se necessitar da uma equipe refazendo os serviços mal feitos e ou trabalhando com baixa eficiência, com conseqüência do aumento da serviços pendentes.

BACK-LOG reduzindo:

Neste caso a configuração do gráfico é a seguinte:

Isto significa a redução progressiva de serviços pendentes e deve-se normalmente à mão de obra disponível maior que a quantidade de serviços solicitados.

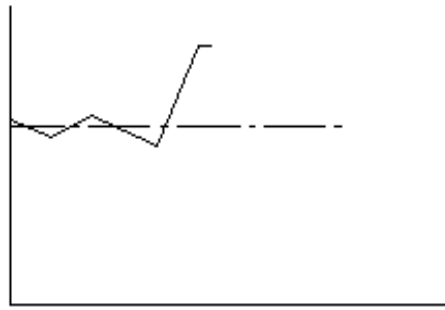
No entanto diversas causas podem estar presentes:

- Desativação de máquinas com conseqüente redução de serviços;
- Modificação de equipamentos pela manutenção, que melhora a performance das máquinas com menores exigências de não de obra de manutenção;
- Unidades em fase de estabilização após START UP, passando a exigir menos serviços de manutenção.
- Treinamento técnico e administrativo fornecido em períodos anteriores e que começa a surtir efeitos;
- Casos de subcontratação direta para serviços que estavam pendentes.

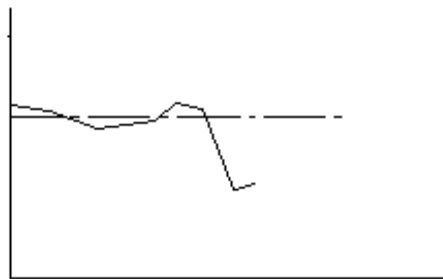
Ao ser detectada uma condição de redução contínua e progressiva o gerente de manutenção deve tomar algumas medidas preventivas a fim de proteger sua equipe de eventuais problemas de falta de serviço e ociosidade.

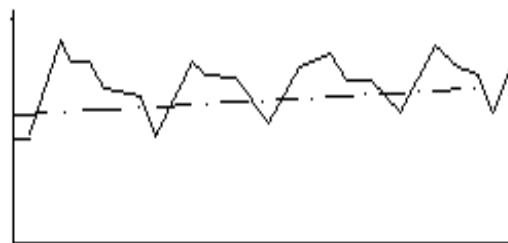
Pode-se rever então os critérios de serviços contratados externamente e absorver parte deles ou ainda absorver mais serviços internos que antes não eram feitos; se notar que a condição é transitória, aproveitar o período para dar treinamento ao pessoal e em último caso transferir parte do pessoal para outros órgãos em apoio a outros serviços.

Deve-se apelar para a criatividade para proteger uma boa equipe de uma dispensa por uma eventual falta de serviço após anos de dedicação, melhoria de equipamento ou melhoria de eficiência; a dispensa deve ser o último recurso e não o primeiro.

BACK-LOG com variações bruscas de entrada:

Neste caso o fator pode ser a entrada de pedidos que consomem muita mão de obra tais como: modificações, grandes reparos ou reformas; pode também ser o resultado de inspeções feitas nas áreas que trazem como efeito um pique de serviços. Pode acontecer também de este acúmulo resultar de inspeções em áreas não muito controladas ou a mudança de padrões de qualidade do solicitante.

Pode também resultar de uma real falta de mão de obra toda aplicada em serviços de preventiva ou redução brusca no quadro de pessoal de manutenção.

BACK-LOG com variações bruscas de saída:

Essa grande variação de saída de pedidos deve-se a diversos fatores tais como a contratação de mão de obra externa, revisão de arquivo de BACK-LOG com baixa em pedidos não mais necessários, aumento da força de trabalho ou início de serviços onde o critério de apuração é pelo que consta da listagens dos serviços não iniciados. Neste caso mesmo que o serviço leve semanas para execução, será deduzido do BACK-LOG na semana inicial, resultando na queda indicada.

BACK-LOG com variações periódicas ou cíclicas:

Diversos motivos podem induzir a este tipo de comportamento do BACK-LOG, porém o principal deve-se a não solicitação de serviços quando é feita uma inspeção periódica,

aguardando para ser pedido somente quando de reuniões mensais de coordenação produção/manutenção.

O que se consegue deduzir é que está sendo cometido um erro do solicitante, pois essas reuniões são para acompanhamento de serviços, esclarecimentos e determinações de datas de início ou fim de obras, paradas e abertura de máquinas e nunca para registro de solicitações de serviço.

Compete ao gerente demonstrar à produção ou operação que isto é importante e que os serviços devem ser solicitados nos formulários adequados e enviados regularmente para a área de planejamento e programação; no caso de solicitações de serviço para sistemas de manutenção gerenciados por computador, as mesmas devem também obedecer o mesmo procedimento.

2) DIAGRAMAS DE PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO

Como afirmou-se anteriormente, o planejamento e a programação de atividades de manutenção difíceis e complexas exigem a adoção de metodologia mais efetiva para concluí-las com sucesso. Geralmente se recorre a gráficos, que são instrumentos de trabalho utilizados para visualizar o programa de trabalho e o andamento das diversas tarefas. Entre os gráficos, destacam-se o diagrama de espinha de peixe e o diagrama de barras (ou diagrama de Gantt) e os diagramas de flechas desenvolvidos pelo método PERT-CPM.

O elemento da área de planejamento de manutenção neste caso procura ajustar-se aos planos operacionais e emite os documentos necessários; para isso é preciso:

- Listar os serviços a serem executados;
- Determinar o tempo, especialidades e número de profissionais;
- Determinar a seqüência lógica de operações de trabalho por meio de **diagrama espinha de peixe**;
- Construir PERT-CPM;
- Construir **diagrama de barras** (Gantt), indicando equipes de trabalho;
- Emitir as ordens de serviço, a lista de materiais, a relação de serviços por grupos e outros documentos que variam conforme a empresa.

Diagrama espinha de peixe

É uma construção simples que permite construir e visualizar rapidamente a seqüência lógica das operações. Este tipo de diagrama pode ser utilizado em planejamento simples de projeto e de manutenção.

Abaixo temos um exemplo de utilização de um diagrama espinha de peixe.

Como afirmou-se, em planejamentos simples, pode-se passar da espinha de peixe ao diagrama de barras, também chamado de diagrama de Gantt.

Diagrama de Gantt

É um cronograma que permite realizar a programação das tarefas, mostrando a dependência entre elas. Usado desde o início do século, consiste em um diagrama onde cada barra tem um comprimento diretamente proporcional ao tempo de execução real da tarefa. O começo gráfico de cada tarefa ocorre somente após o término das atividades das quais depende.

As atividades para elaboração do diagrama são a determinação das tarefas, das dependências, dos tempos e a construção gráfica. Vamos exemplificar, considerando a fabricação da polia e do eixo acima; a primeira providência é listar as tarefas, dependências e tempo envolvidos.

TAREFAS	DESCRIÇÃO	DEPENDE DE	TEMPO/DIAS
A	Preparar listas de materiais e desenho	-	1
B	Obter materiais para o eixo	A	2
C	Tornear o eixo	B	2
D	Fresar o eixo	C	2
E	Obter materiais para a polia	A	3
F	Tornear a polia	E	4
G	Montar conjunto	D e F	1
H	Balancear conjunto	G	0,5
I	Embalar conjunto	H	0,5

De posse da lista, constroi-se o Diagrama de Gantt.

Tarefa	Tempo (dias)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A	xxxx										

B		xxxxxxxxx									
C				xxxxxxxxx							
D						xxxxxxxxx					
E		xxxxxxxxxxxxxx									
F					xxxxxxxxxxxxxxxxxxx						
G									xxxx		
H										xx	
I										xx	

O diagrama de Gantt é um auxiliar importante do planejador e do programador, pois apresenta facilidade de controlar o tempo e em reprogramá-lo. Apesar desta facilidade, o diagrama de Gantt não resolve todas as questões, tais como:

- Quais tarefas atrasariam se a terceira tarefa (C) se atrasar um dia ?
- Como colocar de forma clara os custos no diagrama ?
- Quais tarefas são críticas para a realização de todo o trabalho ?

Para resolver as questões que o diagrama de Gantt não consegue solucionar, foram criados os métodos PERT-CPM.

Método PERT-CPM

Os métodos **PERT** (Program Evaluation and Review Tecnique - Programa de Avaliação e Técnica de Revisão) e **CPM** (Critical Parth Method - Método do Caminho Crítico) foram criados em 1958.

O PERT foi desenvolvido pela NASA com o fim de controlar o tempo e a execução de tarefas realizadas pela primeira vez.

O CPM foi criado na empresa norte americana Dupont com o objetivo de realizar as paradas de manutenção no menor prazo possível e com o nível constante de utilização de recursos.

Os dois métodos são quase idênticos portanto é comum nos referenciarmos aos métodos como Método PERT-CPM.

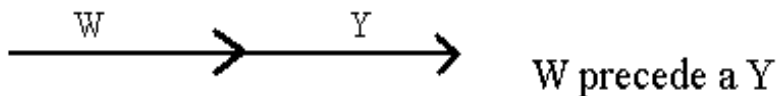
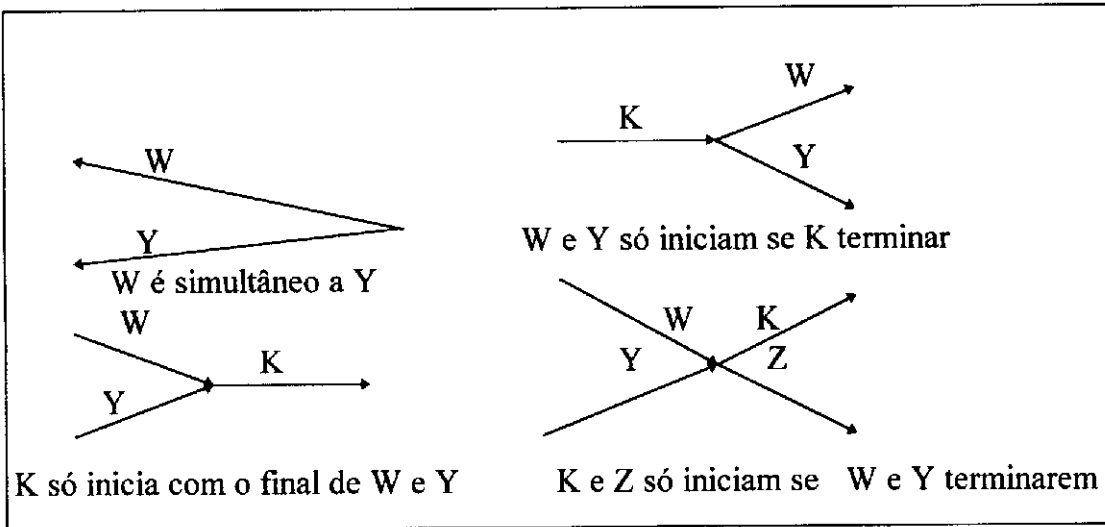
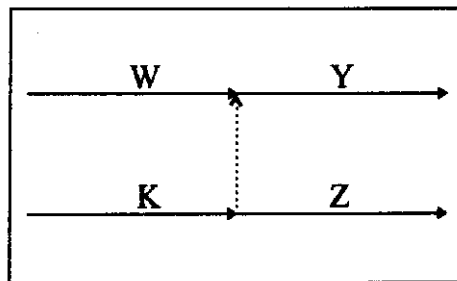
O método se utiliza de construções gráficas simples como flechas, círculos numerados e linhas tracejadas, que constituem respectivamente:

- O diagrama de flechas;
- A atividade fantasma;
- O nó ou evento.

O **diagrama de flechas** é um gráfico das operações, em que cada operação é representada por uma flecha. Cada flecha tem uma ponta e uma cauda; a cauda representa o início da operação e a ponta marca o seu final.

As flechas são usadas para expressar as relações entre as operações e definir uma ou mais das seguintes situações:

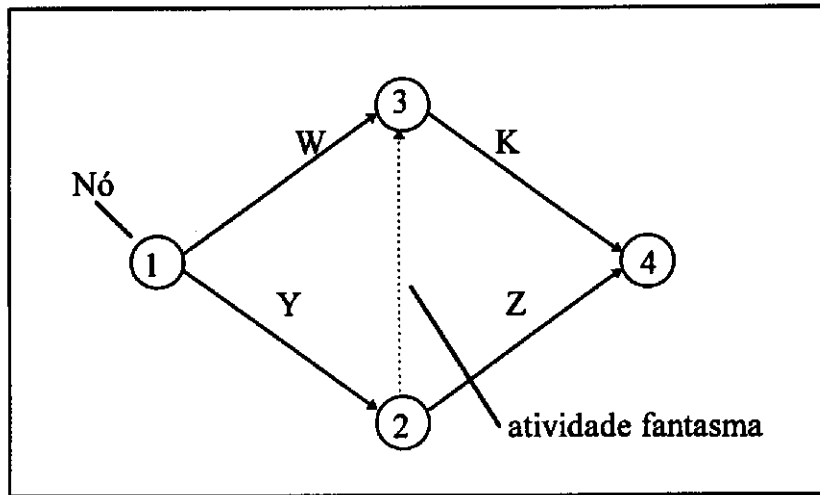
- a operação deve preceder algumas operações;
- a operação deve suceder algumas operações;
- a operação pode ocorrer simultaneamente a outras operações.

Exemplo:

A **atividade fantasma** é uma flecha tracejada usada como artifício para identificar a dependência entre operações. É também chamada de operação imaginária e não requer tempo.

A figura exemplifica as seguintes condições:

- W deve preceder Y;
- K deve preceder Z;
- Y deve seguir-se a W e K.

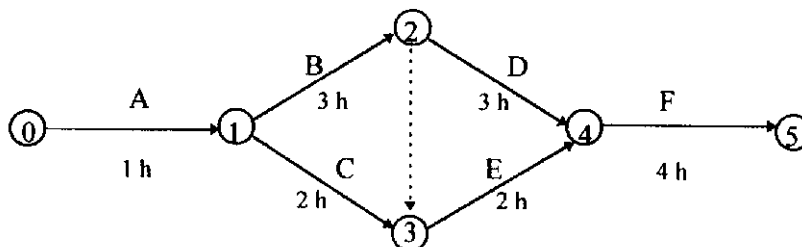
Assim, as atividades W, Y, K e Z são operações físicas como tornear, montar, testar, etc.. Cada uma dessas operações requer um tempo de execução, enquanto a atividade fantasma é um ajuste do cronograma, isto é, depende apenas da programação correta.

Nó ou **evento** são círculos desenhados no início e no final de cada flecha; tem o objetivo de facilitar a visualização e os cálculos de tempo. Devem ser numerados e sua numeração é aleatória.

O nó não deve ser confundido com uma atividade que demande tempo. Ele é um instante, isto é, um limite entre o início de uma atividade e o final de outra. A figura da próxima página ilustra um diagrama contendo nós, atividades, atividade fantasma e a seqüência numérica.

Construção do diagrama CPM

Para construir o diagrama é preciso ter em mãos a lista das atividades, os tempos e a seqüência lógica; em seguida, vai-se posicionando as flechas e os nós obedecendo a seqüência lógica e as relações de dependência. Abaixo de cada flecha coloca-se o tempo da operação e acima, a identificação da mesma.
Vamos exemplificar, apresentando um tipo de trabalho fácil de ser entendido e que mostra a aplicação do diagrama em uma operação de manutenção. Um torno apresenta defeitos nos rolamentos do eixo e na bomba de lubrificação e precisamos corrigir tais defeitos. Primeiramente listam-se as tarefas, dependências e tempos, numa seqüência lógica.

Tarefas	Descrição	Depende de	Tempo
A	Retirar placa, proteções e esgotar óleo	-	1 h
B	Retirar eixo e transportá-lo	A	3 h
C	Lavar cabeçote	A	2 h
D	Trocar rolamentos	B	3 h
E	Trocar reparo da bomba de lubrificação	B e C	2 h
F	Montar, abastecer e testar o conjunto	D e E	4 h

A seguir constrói-se o diagrama:

O caminho crítico

É um caminho percorrido através dos eventos (nós) cujo somatório dos tempos condiciona a duração do trabalho. Por meio do caminho crítico obtém-se a duração total do trabalho e a folga das tarefas que não controlam o término do trabalho.

No diagrama anterior, há três caminhos de atividades levando o trabalho do evento 0 (zero) ao evento 5:

- A - B - D - F, com duração de 11 horas;
- A -C - E - F, com duração de 9 horas;
- A - B - imaginária - E - F, com duração de 10 horas.

Existe portanto, um caminho com duração superior aos demais que condiciona a duração do serviço ou projeto; este é o **caminho crítico**. A importância de se identificar o caminho crítico fundamenta-se nos seguintes parâmetros:

- Permitir saber de imediato, se será possível ou não cumprir o prazo anteriormente estabelecido para a conclusão do serviço ou projeto.
- Identificar as atividades críticas que não podem sofrer atrasos, permitindo um controle mais eficaz das tarefas prioritárias.
- Permitir priorizar as atividades cuja redução terá menor impacto na antecipação da data final de término dos trabalhos, no caso de ser necessária uma redução desta data final.
- Permitir o estabelecimento da primeira data do término da atividade.
- Permitir o estabelecimento da última data do término da atividade.

Freqüentemente o caminho crítico é tão maior que os demais, que basta acelerá-lo para acelerar todo o trabalho. Pelo exemplo simples apresentado, podemos também deduzir que as tarefas C e E do diagrama podem atrasar até duas horas sem comprometer a duração total.

Uma das vantagens da utilização desse método é a possibilidade de balanceamento de recursos, principalmente mão de obra e maquinário; geralmente os contingentes de mão de obra são fixos e não é desejável ter um perfil de sua utilização com carência em um momento e ociosidade em outros. Para evitar esses problemas, o planejador joga com o atraso das tarefas com folga e o remanejamento do pessoal envolvido nas tarefas iniciais.

3) ALOCAÇÃO DE CUSTOS

A correta apropriação de custos de manutenção é de fundamental importância para a chefia de qualquer organização pois este custo influi diretamente no custo final do produto acabado.

Supondo uma organização cujas linhas de produção contam com vários produtos, há a necessidade de se dotar cada unidade com um centro de custo diferente e sobre os quais incorrerão os respectivos débito de intervenções de manutenção que se fizerem necessárias.

Na ordem de serviço há um campo apropriado para se preencher com o centro de custo no qual está lotado o equipamento em que se fará o reparo ou reforma solicitado; este centro de custo englobará todos os custos provenientes de:

- apropriação de mão de obra utilizada na intervenção, realizada dia a dia, através dos boletins diários de manutenção ou cartão de apropriação;
- requisições de materiais utilizados na recuperação, reparo ou reforma do equipamento;
- horas de máquinas utilizadas na intervenção, próprias ou alugadas;
- compras de materiais específicos utilizados na intervenção;
- contratação de serviços ou mão de obra porventura utilizados na ordem de serviço.

O departamento de custos recebe todas essas informações, registra, concilia tempos e mão de obra, rateia e emite os relatórios de custos. Estes custos que servem de base para as chefias da organização, obedecem a uma série de imposições para poderem ser definidos.

Por exemplo, para uma ordem de serviços de intervenção corretiva, o custo cai diretamente no equipamento e por conseqüência em seu centro de custo; supondo agora que esta intervenção foi realizada em uma parada anual de manutenção, este valor é rateado ao longo de 12 meses. Vamos tomar agora por base a substituição de um motor; ao ser requisitado um motor em estoque, este custo cai sobre o equipamento. A posterior recuperação do motor substituído terá o seu custo debitado ao almoxarifado e este valor será repassado a um novo equipamento assim que este motor for requisitado.

Percebe-se que o departamento de custos tem muita dificuldade para poder acompanhar as diversas situações e portanto a solução adotada é utilizar um tipo de ordem de serviço para cada situação colocada.

Nas ordens de serviço existe também um campo para preenchimento correspondente ao tipo de ordem de serviço; assim podemos ter inúmeras situações e o órgão encarregado de controlar os custos poderá realizar o débito corretamente.

Normalmente podem existir diversos tipos de ordem de serviço tais como: corretiva, preventiva, parada anual, recuperação e devolução ao almoxarifado, investimentos, serviços prestados a terceiros, pré-operação, débitos de sinistros para cobrança de seguro e outros.

Cada tipo de ordem de serviços possui uma maneira de ter seus custos apropriados e compete ao departamento de custos procurar a melhor maneira de informar a gerência executiva de quanto está se gastando em manutenção para se obter o produto acabado.

4) PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO

A manutenção nas grandes empresas, vista como uma atividade organizada, pode ser prestada utilizando os conceitos abaixo:

- **Manutenção Corretiva**: é aquela que mantém em operação o equipamento ou unidade produtiva, ou seja, preocupa-se com o fato de que os serviços sejam prestados no menor prazo possível afim de permitir a imediata retomada das operações, dentro dos níveis de qualidade e segurança exigidos.
- **Manutenção Preventiva**: é aquela que apoia a corretiva, através de aplicação de metodologia, ou ainda, é a responsável pela intervenção que poderá interromper ou não a produção de uma maneira programada.
- **Manutenção Preditiva**: é conceituada como a que tem a finalidade de acompanhar os parâmetros de funcionamento dos equipamentos e prever suas falhas, para intervenção no momento adequado. Pode também ser considerada como uma evolução da preventiva, analisada de uma forma global.

4.1) MANUTENÇÃO CORRETIVA

Como vemos, podemos considerar a correspondência entre os três tipos de intervenções, consolidando-a em um importante aspecto: o fluxo de informações. Compete à corretiva/preventiva gerar as informações necessárias para análise da performance, da repetibilidade da falha e outros parâmetros, sobre os equipamentos e à preditiva a análise, avaliação e implementações necessárias.

Como o principal volume de informações necessárias às análises provem da corretiva, é fundamental que seja dada ênfase à formação de uma equipe capaz de poder transmitir informações precisas ao programa de manutenção preditiva.

Essa equipe de manutenção não é formada facilmente, exigindo constante treinamento; o quadro de pessoal de manutenção tem que ser mantido adequado para o atendimento do dia a dia, lembrando que o turn-over elevado tende a diminuir a qualidade de mão de obra.

A manutenção corretiva exige que se tenha a mão alguns equipamentos mínimos, bem como a existência de oficinas adequadas para poder concluir rapidamente os serviços solicitados. Cada especialidade de profissional utiliza um determinado número de ferramentas e máquinas, libera um variado volume de ruídos ou poluentes e ocupa uma certa área para poder desenvolver seu trabalho.

Em pequenas indústrias esse limite de espaço mínimo não costuma ser respeitado, tendendo a haver uma certa desordem na disposição do maquinário, bem como em alguns casos, encontrar-se uma única oficina para todas as categorias de profissionais. Evidentemente, isso provoca congestionamentos, morosidade e situações perigosas, além de influir na qualidade dos serviços prestados.

Nas indústrias de grande porte, o mínimo que se exige é que as oficinas sejam condizentes com o volume de serviço executado e que suas localizações sejam compatíveis com os problemas que enfrentam ou causam.

Por exemplo, consideremos uma oficina de jato e pintura; é fundamental que se afaste a mesma para um local o mais isolado possível da fábrica devido ao nível de poluentes liberados. O jato de areia ou granalha libera uma grande quantidade de poeira, prejudicial ao pessoal e aos equipamentos, enquanto o serviço de pintura emite uma grande quantidade de vapores tóxicos e aerodispersóides. É essencial que esses dois serviços possuam equipamentos de coleta dos poluentes, compostos normalmente de ciclones, exaustores, filtros e coletores tipo cascata, com os quais minimizam a ação de partículas nocivas emitidas sobre o ambiente.

Uma oficina de caldeiraria por exemplo, deve possuir áreas bastante livres para permitir fuga do som, normalmente em nível alto e intermitente; no caso de uma oficina de solda, deve-se contar com uma boa ventilação, fundamental para proteção do pessoal contra os efeitos nocivos dos fumos de soldagem e do ozônio, bem como deve possuir também tapumes para proteção contra as radiações infravermelha e ultravioleta geradas pelo arco elétrico.

Oficinas de manutenção elétrica, eletrônica, mecânica e serviços de usinagem podem se localizar próximas uma da outra, pois essa proximidade permite ganho de velocidade em recuperação de equipamentos que envolvam essas modalidades, bem como é beneficiado pela utilização de equipamentos de uso geral, como pontes rolantes por exemplo. Oficinas de equipamentos móveis, tais como guindastes, caminhões, tratores, pás carregadeiras, etc.., tendem a se isolar em locais amplos, pois precisam de espaço para enrolamento e desenrolamento de cabos, montagem de lanças de levantamento e movimentação de máquinas de grande porte.

Todas as equipes de manutenção possuem uma certa quantidade de equipamentos mínimos, sendo esses equipamentos característicos para cada função, podendo algumas categorias utilizarem o mesmo tipo de equipamento; é óbvio que o tamanho da empresa e o tipo de maquinário de produção irá influenciar no tipo e na quantidade desses equipamentos mínimos de manutenção.

Os serviços normalmente solicitados em regime de manutenção corretiva tendem a se tornar repetitivos ao longo do tempo, fazendo com que o pessoal executante adquira maior velocidade na intervenção e ao mesmo tempo introduza novos materiais e técnicas; esses novos procedimentos geram dados que vão compondo a base para a preventiva/preditiva e com isso reduzem os custos de manutenção.

O maior volume de intervenções em regime corretivo aplica-se a equipamentos rotativos, cujos componentes apresentam desgaste ao longo do tempo de funcionamento; outra parcela de serviço é destinada a recuperações devido a ação da corrosão e deterioração pelo tempo e uso e por último deve-se considerar a intervenção corretiva em equipamentos devido a falhas operacionais.

Entre os equipamentos rotativos de pequeno porte, alguns possuem duplicidade para permitir intervenções corretivas sem parada na linha de produção, prevendo as falhas de seus componentes. Por exemplo, no caso de compressores sempre acontecem problemas

em válvulas de sucção e descarga, anéis, polias, correias, enquanto as bombas de processo costumam apresentar falhas em selos mecânicos, rolamentos e acoplamentos. Todos esses componentes são frágeis, portanto prevendo suas falhas, prefere-se investir na duplicidade do equipamento do que correr o risco de uma eventual perda de produção devido a quebra do mesmo.

À medida que aumenta a importância do equipamento na linha de produção, os cuidados no projeto dos componentes aumentam, tornando muitas vezes inviável a existência de um equipamento reserva devido ao seu alto custo. É nestes casos que a ação da manutenção preventiva se faz sentir, pois esses equipamentos não podem apresentar falhas ou parar, durante uma campanha produtiva.

A intervenção corretiva também é realizada em equipamentos danificados por falhas operacionais; este é um item muito polêmico pois existe sempre a possibilidade de se ter um instrumento de controle que não funcionou e possibilitou a perda do controle de processo de produção. A este fato soma-se as quebras causadas por falha no suprimento de energia, que geralmente acaba gerando perda de programas de máquinas automatizadas, além de interrupção de operações de conformação mecânica, com conseqüências críticas.

A maior parte dos danos podem geralmente ser corrigidos por meio de intervenções simples e rápidas, enquanto outros exigem uma correção de grande porte, com envolvimento de número elevado de pessoas e materiais, exigindo preparativos e cuidados tão elaborados como os exigidos numa manutenção preventiva.

4.2) MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Como foi definido anteriormente, **manutenção preventiva** é aquela que apoia a corretiva através da aplicação de metodologia, ou ainda a responsável pela intervenção que poderá interromper ou não a produção de uma maneira programada.

A correta e eficaz intervenção preventiva baseia-se em planos oriundos em um arquivo técnico cuja formação iniciou-se durante a fase de projeto. Este arquivo deverá ser enriquecido com informações de montagem e posteriormente das manutenções corretiva e realimentações.

Este tipo de manutenção também é conhecida como parada para manutenção e baseia-se no princípio de que os equipamentos devem ser verificados periodicamente em virtude de desgastes que venham a sofrer após certo tempo de funcionamento.

É sabido que um componente defeituoso dá origem ao fenômeno de avalanche, ou seja, no momento que um deles apresenta uma irregularidade ou defeito, as conseqüências são levadas a outros componentes que passam a apresentar defeitos iguais ou diferentes, e com isso muitas vezes o equipamento inteiro sofre um processo de degradação rápida. Nessas condições, há necessidade de uma parada para uma revisão, antes de atingir a fase catastrófica; no entanto a parada traz conseqüências de natureza econômica bastante graves, com custos elevados.

Com a finalidade de diminuir os custos oriundos do desgaste desigual descrito acima, o departamento de manutenção procura compatibilizar o programa de parada para manutenção geral com as necessidades ou programa de produção, geralmente de difícil conciliação.

Normalmente a avaliação da vida útil dos componentes é baseada na experiência passada e dados dos fabricantes. Em virtude da incompatibilidade de ajuste com o programa de produção, muitos equipamentos não podem ser revisados em determinadas épocas, sacrificando componentes que poderiam estar em boas condições caso fosse feita a revisão no tempo certo. A recíproca também existe, e muitas vezes um equipamento é revisado antes do mínimo tempo necessário, a fim de se poder ajustar o programa de produção.

Por estes motivos este tipo de manutenção sofre várias críticas por apresentar resultados muitas vezes discutíveis; é no entanto o procedimento adotado pela maioria dos grandes estabelecimentos instalados no parque industrial brasileiro.

Resumidamente podemos estabelecer que com a manutenção preventiva pretende-se:

a- Limitar ou atrasar o envelhecimento do equipamento;
b- Melhorar o estado do equipamento;
c- Atuar antes dos custos de intervenções proibitivos;
d- Eliminar ou reduzir ao mínimo os riscos de avaria em equipamentos chave ou de elevado custo de reparação;
e- Diminuir os tempos de imobilizações do equipamento para reparação;
f- Normalizar o equipamento e suas peças de reserva;
g- Assegurar uma diminuição nos trabalhos;
h- Realizar as reparações nas melhores condições de exploração;
i- Programar os trabalhos de conservação;
j- Suprimir as causas de acidentes graves, garantindo a confiança no equipamento em serviço.

Fatores que afetam a rentabilidade da manutenção preventiva

a- Má concepção ou definição dos trabalhos;
b- Má preparação de trabalho, falha em tempos ou fases;
c- Maus métodos operacionais que afetam o rendimento e/ou qualidade de execução;
d- Erros no aprovisionamento e/ou gestão de estoques;
e- Má organização da manutenção dos tipos preventivo e/ou corretivo;
f- Má organização geral;
g- Insuficiente orçamento;
h- Deficientes meios materiais e/ou humanos;
i- Erros na subcontratação;
j- Falta de segurança no trabalho;
k- A natureza de fabricação na empresa.

LIMITES TÉCNICO-ECONÔMICOS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA:

A manutenção preventiva é bastante válida para determinados equipamentos e não tão desejável para outros, mas obrigatória nos que abrangem a segurança do pessoal da empresa.

Quando utilizada na justa medida em que impera o bom senso, é mais segura e econômica que a intervenção aleatória, pelas seguintes razões:

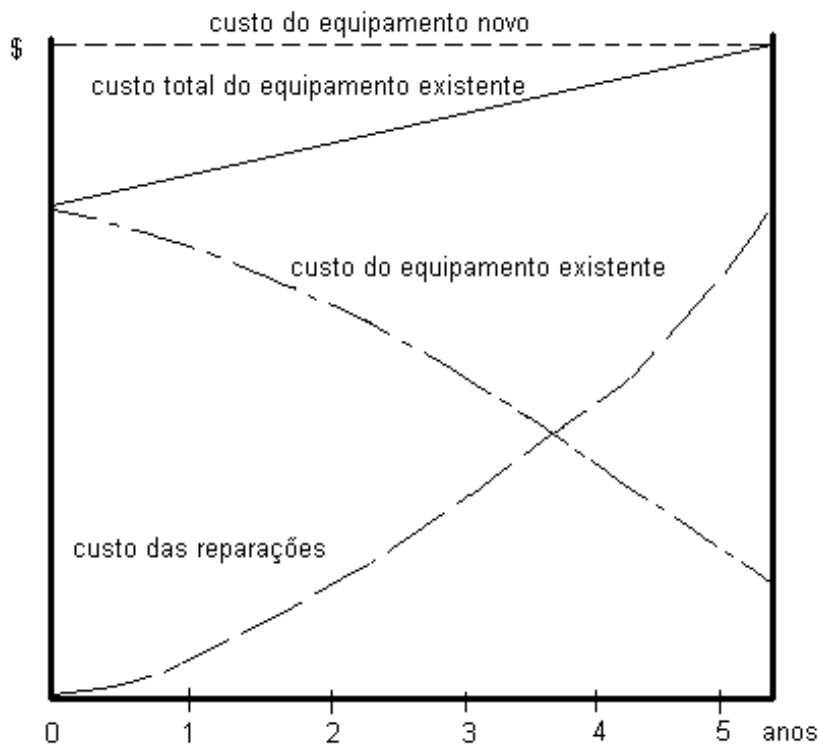
a- Pelo seu custo;
b- Pela redução dos tempos de paradas nas instalações;
c- Pela escolha criteriosa do momento apropriado de intervenção;
d- Por dar possibilidade de preparação do trabalho necessário a uma execução correta.

É indispensável avaliar, por estudo econômico, em que medida é eficiente um equipamento suportar os encargos inerentes à manutenção preventiva. Quando utilizada em exagero, a manutenção preventiva torna-se tecnicamente mais perniciosa e tecnicamente mais cara do que a manutenção corretiva.

Assim podemos fixar alguns limites:

a- Não gastar mais do que é razoável, tendo em conta que a manutenção preventiva deve ser sempre inferior em custos ao preço de aquisição do equipamento em causa;
b- Evitar penalizações devidas ao não funcionamento do equipamento (tempos de imobilização);

c- Permitir a renovação normal do equipamento de produção (reinvestimento) considerando que ao fim de certo tempo (duração de vida) é preciso substituir a peça ou equipamento.

Analisando o gráfico, verificamos que se pode determinar esse tempo em termos econômicos e concluir que para além de determinada duração de vida de um equipamento, não se justifica a manutenção preventiva.

ESTABELECIMENTO DE PROGRAMAS:

O estabelecimento dos programas de manutenção preventiva é realizado pelo próprio departamento de manutenção, que tem que deter os critérios de revisões e substituições; estes programas podem ser obtidos:

- Dos fabricantes dos equipamentos ou dos componentes do mesmo;
- Com um acompanhamento constante ao longo do tempo, do número e tipo de falha da máquina, a fim de localizar peças de duração limitada ou sujeitas a desgaste anormal.

É evidente a necessidade de se ter um cadastro individual do equipamento, no qual devem constar as características da máquina e as condições de operação e testes, além de listagem de peças para estoque que relacione as quantidades mínimas necessárias em almoxarifado.

A manutenção preventiva é executada quando possível ou necessária, num determinado período previamente escolhido, conforme vimos anteriormente e não quando a máquina forçar o conserto; o trabalho normalmente pode ser programado, sem necessidade de horas extras ou compras apressadas, de custo bem maior. Deve-se notar que programas garantem a não saturação do pessoal, sem necessidades de apertos por ocasiões de acidentes.

A elaboração de um programa de manutenção preventiva depende de muitos fatores e por isso não existe nenhuma fórmula fácil de definição. Há porém algumas regras:

1- É necessário estabelecer quais os pontos-chave, as máquinas ou conjuntos mais importantes para a produção e que apresentam alto custo de manutenção ou alta soma de inatividade forçada, ou repetidas paradas devido a defeitos de funcionamento.
2- Conhecer a freqüência com a qual cada unidade ou conjunto deve ser examinada em seu contexto.
3- Estabelecer com qual freqüência cada unidade deve ser verificada em seus detalhes, para localizar pontos de maior desgaste. Métodos estatísticos, gráficos de controle e curvas de probabilidade são extremamente úteis para determinação de freqüência, falhas, etc..
4- Organizar o trabalho de modo racional (mínimo tempo, mínimo custo, máxima eficiência) aproveitando a mão de obra disponível e verificando a saturação da mesma.
5- Elaborar registros de parada do equipamento, manutenções, custos e freqüências dos mesmos com vista ao possível controle ou substituição da máquina.
6- Somente proceder a execução da manutenção preventiva necessária.

O último item é de grande importância, revelando como é fácil passar de uma manutenção preventiva insuficiente à excessiva ou vice-versa; em relação ao custo, a manutenção preventiva é normalmente um valor alto que, por sua natureza, pode ser estimado com determinada precisão, em função do conjunto de informações recolhidas para cada equipamento ou conjunto de máquinas.

A partir do momento que se conhece o custo da manutenção preventiva, o gasto em dinheiro poderá ser acompanhado com conta provisória, destacando-se o lançamento a custo, com cotas fixas ou variáveis conforme o caso.

Assim fazendo na fase de planejamento, a manutenção preventiva poderá ser definida em valores e estimada em tempo, cabendo à administração da organização a aprovação da verba anual e seu aprovisionamento para distribuição através de cronograma financeiro.

4.3) MANUTENÇÃO PREDITIVA

É conceituada como a que tem a finalidade de acompanhar os parâmetros de funcionamento dos equipamentos e prever suas falhas, para intervenção no momento adequado; é considerada uma evolução da manutenção preventiva.

Este tipo de manutenção, ou seja, intervir no momento adequado, é a que tende a se estabelecer na atualidade, na maioria das indústrias que possuem departamento de manutenção suficientemente desenvolvido para manter o volume de produção dentro de parâmetros econômicos evoluídos. A escolha e fixação dos parâmetros que determinam as informações necessárias à intervenção, assim como os procedimentos e meios técnicos a serem adotados são quase sempre função do departamento e demonstram o quanto ele pode estar desenvolvido.

O programa de manutenção preditiva deve ser estabelecido com extremo cuidado, havendo necessidades de ter-se a mão informações precisas sobre o funcionamento dos equipamentos, as condições ambientais que os mesmos trabalham, o processo de envelhecimento de cada componente, etc..; é ainda importante saber como a máquina ou equipamento que se pretende manter pode sofrer danos.

Com os dados acima em mãos, é possível verificar quais os parâmetros ou variáveis que interessam à manutenção preditiva; entre as variáveis normalmente utilizadas citamos:
a- Espessura do material;
b- Temperatura de operação e de parede;
c- Vibração do equipamento;
d- Contaminação do lubrificante ou isolante;
e- Ventilação ou aeração;
f- Grau de particulado na entrada ou saída;

g- Trincamento por fadiga, etc..

É importante observar que o executante da manutenção terá seu trabalho bastante facilitado se possuir os dados e valores numéricos dos parâmetros para o equipamento novo. Com isso será possível o acompanhamento e diligenciamento de tais parâmetros, lembrando que para a manutenção preditiva o que interessa são as variações dos parâmetros e não seus valores absolutos, que são estabelecidos para os equipamentos novos.

Por tal motivo é que há interesse em conhecer os valores referentes ao equipamento novo e, após o início da operação acompanhar as variações. Tais variações estão ligadas ao desgaste, desbalanceamento, vazamentos, corrosão, temperaturas extremas, falta de ventilação, falta de água, lubrificação inadequada, etc..

Todo o maquinário ou dispositivo em operação fornece diversos sinais sob a forma de uma determinada energia que é dissipada de maneira tal que sempre pode ser avaliada e medida, ou seja, transformada em um valor numérico. A variação de tal valor numérico, referente a energia dissipada é que serve de base ao processo de medida e conseqüente acompanhamento e diligenciamento do estado do componente ou máquina.

Sempre que houver um desgaste, devido a uma causa qualquer, haverá uma variação dos parâmetros mensuráveis em suas características e as observações de tal variação permitirão que sejam tomadas as providências necessárias para evitar uma situação que dê origem a grandes prejuízos. A manutenção preditiva será tanto mais eficiente quanto mais rapidamente for detectada a variação, tornando possível prever, com uma antecedência satisfatória, quais as providências que devem ser tomadas para evitar uma pane ou uma parada não programada, com suas conseqüências no processo produtivo.

Por essa razão é importante que a manutenção esteja em condições de determinar qual os quais os parâmetros que interessam monitorar, estabelecer quais os limites admissíveis para operação, implantar um método de medição e acompanhamento e registrar adequadamente os valores observados e suas variações com o funcionamento do equipamento.

Um dos casos mais comuns na indústria consiste no desbalanceamento, que pode ser causado por deposições ou desgastes não uniformes durante o uso; com isso aparece uma vibração que pode ou não ser percebida por todos os que se aproximarem do equipamento. Neste caso a vibração é o parâmetro que interessa à monitoração e acompanhamento. Analogamente, uma das variáveis pode ser o barulho; quando porém a irregularidade atinge um ponto tal que a mesma é detectada pelo nível de ruído, o problema já é grave, exigindo uma parada imediata. De um modo geral, o estabelecimento de um programa de manutenção preditiva necessita as providencias seguintes:

a- Verificação de quais componentes a operação do equipamento depende, fixando a observação máxima nos mesmos;
b- Verificar junto ao fornecedor quais os valores numéricos dos parâmetros que interessam à manutenção e referentes a equipamento novo;
c- Determinação do procedimento de medição dos parâmetros que interessam à manutenção;
d- Fixação dos limites normal, alerta e perigoso para os valores numéricos dos parâmetros determinados;
e- Elaboração de um banco de dados para registro e tratamento dos valores medidos;
f- Determinação experimental ou empírica dos intervalos de tempo que deve transcorrer entre medições sucessivas.

É importante este último item, pois o responsável pela manutenção deve se assegurar que não haverá paradas não programadas devido a falhas de um componente qualquer durante o período entre medições sucessivas, pois do contrário o programa de

manutenção preditiva perde o sentido, já que uma de suas finalidades básicas é evitar paradas inesperadas.

Existe um número determinado de parâmetros que constitui o grupo principal de variáveis a monitorar, sendo que algumas se destacam, dependendo do equipamento ou dispositivo.

Abaixo temos um resumo das principais variáveis e os equipamentos que a utilizam:

Ensaio Prático	Máquinas rotativas	Dispositivos		Instrumen-tos	Estrutu-ras
		Estáticos	Elétricos		
Ensaios não destrutivos	X	X	X		X
Exame visual	X	X	X	X	X
Medidas de Temperatura ou Pressão	X	X			
Medidas de Vibração	X				X
Medidas de Nível de Som	X				
Medidas de Corrosão		X			X
Análise Química	X		X		
Verificação de Lubrificantes	X				
Detecção de Vazamentos		X			

Existem defeitos e descontinuidades cuja evolução é lenta e algumas vezes conhecida, permitindo um cálculo de vida útil residual de um componente que os apresenta (ex. trincas de fadiga, corrosão, etc..). Existem outros que aparecem e evoluem de maneira rápida, e que freqüentemente estão ligados a ruptura de um componente cujo material apresentou uma descontinuidade com evolução quase imediata ao aparecimento do citado defeito.

Devido a estes fatos, existem processos de acompanhamento e sinalização permanente, através de sensores adequados aos pontos críticos. Tais sensores são atuados pela variável que interessa monitorar e na maioria das vezes estão acoplados à energização do equipamento, interrompendo o seu funcionamento no momento que a falha se apresentar. Tais sistemas são disponíveis no mercado e podem ser instalados em conjuntos com grande responsabilidade e controlados de maneira altamente eficiente.

Na seqüência estão descritos os principais métodos utilizados no estabelecimento de um problema de manutenção preditiva, mediante a escolha das variáveis que devem ser observadas e monitoradas periodicamente.

EXAME VISUAL :

O exame visual constitui um auxiliar poderoso em todas as atividades industriais, tornando possível em muitos casos evitar acidentes cujas conseqüências podem ser altamente dispendiosas. Este método é o mais antigo e ainda é o método utilizado com mais

freqüência nas técnicas de inspeção e manutenção. O mesmo é de fácil aplicação, relativamente pouco caro, rápido, não exige equipamentos especiais além de uma lupa e eventualmente um boroscópio, fornecendo um conjunto importante de informações quanto a conformidade do componente ou do maquinário em relação as especificações pertinentes.

O primeiro passo numa verificação qualquer consiste no exame ou ensaio visual. Por tal método é possível verificar a existência ou não de lascas, dobras, costuras, distorções físicas e geométricas, além de vários fatores prejudiciais que se apresentam na superfície do material e que são resultantes de processos inadequados de forjamento, fundição, extrusão, etc.. Depois que uma peça é fabricada, o exame visual permite detectar um dimensionamento incorreto, aparência inadequada e outros fatores que podem de uma forma ou outra afetar o produto final. Nas técnicas de manutenção, o exame visual de cada componente é um procedimento normal, uma vez que permite verificar o estado mecânico do mesmo. Dependendo da pesquisa executada pelo exame visual, a mesma pode assumir um papel importantíssimo na manutenção preditiva e preventiva. Por esta razão é que as observações visuais têm que ser periódicas, assim como devem ser registradas de maneira clara e precisa, para permitir uma avaliação da evolução de irregularidades dificilmente detectáveis por outros métodos.

INFORMAÇÕES FORNECIDAS PELO EXAME VISUAL:

A- Confirmar ou rejeitar a informação fornecida por um sistema de monitoramento qualquer. Ex: vibrações em conjuntos rotativos, aquecimentos localizados em mancais e eixos, etc.
B- Dimensionamento e acompanhamento de trincas em sistemas estáticos, após a sua localização por um tipo de ensaio tal como emissão acústica.
C- Avaliação de causas de avarias surgidas em períodos de produção e só verificáveis após a parada do maquinário. Ex: azulamento de superfícies metálicas indicando ter havido superaquecimento, pittings em dentes de engrenagens, etc.

Limitações inerentes ao exame visual:

O exame visual é limitado a componentes fixos, sendo totalmente inviável o exame de um equipamento em movimento, exigindo com isso a parada da máquina ou equipamento, o que constitui inconveniente grave. O exame visual de motores ou turbinas de aeronaves pode ser executado durante as paradas técnicas, porém isso não é possível em equipamentos que funcionem ininterruptamente durante 24 horas. Nesses casos, o exame visual e sua periodicidade devem ocorrer de conformidade com o ciclo de produção, o que torna difícil o estabelecimento de um calendário preciso para tais exames. No entanto, quando o equipamento impõe elevado índice de segurança do exame, os pontos críticos a verificar devem ser indicados com precisão e com antecedência e além disso tem de ser estabelecido um tempo necessário para o exame, para que produção possa ser programada de conformidade com tais dados. Embora existam alguns processos estroboscópicos que tornam possível o exame visual com o equipamento operando, tal exame só é verdadeiro em situações muito especiais e mesmo assim a confiabilidade exigida normalmente não os recomenda.

Uma outra limitação do exame visual consiste na necessidade de desmonte, embora parcial, do equipamento a examinar, com as desvantagens associadas a tal operação. Em alguns casos é possível o exame visual mediante a colocação de janelas de inspeção, o que permite o exame de alguns componentes, como por exemplo, caixas de engrenagens. Nos casos gerais, há necessidade de desmonte como, por exemplo, a verificação visual do estado mecânico de um eixo em seu mancal exige a desmontagem completa do conjunto. Com isso os exames visuais em grande parte dos casos, exige um desmonte que obriga o equipamento a permanecer inativo durante tempo relativamente longo.

Dispositivos auxiliares do exame visual:

Para que o exame visual seja executado em condições plenamente confiáveis, além de um observador com conhecimento e experiência pertinente ao caso, é importante que a iluminação esteja adequada. Com isso há necessidade de fontes de luz portáteis e móveis, possibilidade de transmitir o feixe luminoso por meio de fibras óticas, etc.. O uso de iluminação ultra-violeta pode, em vários casos, melhorar a observação pois este tipo de luz oferece melhor contraste na superfície de observação. Pode-se ainda utilizar recursos como espelhos, lentes, lupas, microscópios de bolso, etc. O importante é registrar o observado, tornando possível uma comparação das observações numa seqüência de exames visuais; como auxiliar de tal registro, um equipamento fotográfico constitui acessório indispensável. Normalmente há necessidade de fornecer indicações dimensionais sobre as irregularidades observadas e por tal motivo, junto com a peça ou componente fotografado deve ser colocada uma régua ou escala graduada. Com isso é possível a comparação de uma série de observações, já que é difícil fotografar sempre na mesma posição e à mesma distância, e quando possível, a comparação torna a avaliação dimensional pouco confiável.

Muitas vezes há necessidade de executar um exame visual em locais inacessíveis diretamente. Nos casos mais difíceis deve ser usado um dispositivo a fibra ótica, denominado boroscópio (ou endoscópio). Existe uma ampla variedade de boroscópios e a escolha depende da dificuldade de atingir o local pretendido.

Existem boroscópios tubulares rígidos ou flexíveis, com iluminação através de lâmpadas no final ou transmitida por fibras óticas, orientação remota, com sistemas de reticulado com escala dimensional e com acoplamento de dispositivo fotográfico ou de televisão.

Pelo exposto, verifica-se que o processo de exame visual constitui um auxiliar poderoso na manutenção preventiva/preditiva em qualquer nível. Entretanto, há necessidade de racionalizar o processo de maneira análoga a qualquer outro método, devendo o mesmo constituir parte integrante de um processo mais amplo e que cubra todos os aspectos da manutenção preventiva, principalmente quando estabelecida com base no estado real dos componentes. Trata-se de um auxiliar poderoso que constitui um dos elementos que forma qualquer programa de manutenção preventiva/preditiva.

MEDIDAS DE TEMPERATURA E PRESSÃO :

O acompanhamento e verificação contínua da temperatura de um sistema ou equipamento é um dado de fundamental importância na manutenção preditiva; uma alteração qualquer na temperatura de funcionamento de um equipamento é indicativo de modificação do comportamento do mesmo ou de um seu componente. Por este motivo a temperatura é um parâmetro que deve ser levado em consideração em todo e qualquer programa de manutenção, em qualquer nível.

Analogamente, a pressão medida em diversos pontos de um equipamento constitui indicador importante para o acompanhamento de suas condições físicas e deve merecer do programa de manutenção preditiva a atenção e o acompanhamento constante.

Existe um número apreciável de métodos de medida de pressão e temperatura, baseando-se em processos físicos fundamentais; temos as seguintes classificações para medição de temperatura:

- Termômetros de dilatação (mercúrio, bimetálico, pressão);
- Sistemas termoelétricos;
- Pirômetros óticos.

e para as medidas de pressão temos as seguintes classificações:

- Instrumentos que medem o equilíbrio de forças (tubo U);
- Instrumento que medem por deformação elástica (bourdon, diafragma, fole);

- Instrumentos que medem por alterações de propriedades físicas (cristal piezoelétrico, dissipação de calor, célula de carga).

Qualquer que seja o sistema de medição utilizado, os valores obtidos podem ser lidos diretamente nos indicadores, transformados em sinais elétricos ou pneumáticos, registrados ou ainda acoplados a energização do equipamento, o que poderá interromper ou não o seu funcionamento, desde que os valores saiam fora dos limites pré-estabelecidos.

Exemplificando, podemos estabelecer alguns problemas normalmente deparados no acompanhamento de medidas de temperatura em equipamentos rotativos; em primeiro lugar há necessidade de se estabelecer os pontos considerados críticos no equipamento, bem como a limitação física de se instalar o medidor corretamente. Geralmente o fabricante do equipamento fornece esses dados, bem como estabelece os limites de operação, levando muitas vezes em consideração dissipações e inércia térmica para calcular de maneira adequada os gradientes de temperatura.

A velocidade do aparecimento e a evolução dos fenômenos constituem o segundo grande problema do método, quando aplicado à manutenção preditiva. Considerando como exemplo um mancal comum, caso ocorra uma instabilidade qualquer no filme de óleo, haverá um certo aquecimento que pode agravar a estabilidade inicial, levando rapidamente à degradação do conjunto. Com isso, há a necessidade de detectar a elevação de temperatura de maneira extremamente rápida, o que implica uma monitoração contínua e permanente. Há ainda a possibilidade de após o aparecimento da avaria, existir uma segunda temperatura na qual o sistema se estabiliza. Tal temperatura, normalmente elevada, pode dar origem a detecção durante uma inspeção periódica, mas nesse caso o equipamento permaneceu operando sob condições desfavoráveis e inadequadas devido ao defeito, com suas conseqüências na operação e vida útil da máquina.

Entretanto, caso durante o funcionamento de um equipamento forem escolhidas e estabelecidas medições localizadas de temperatura em pontos críticos, executando-se tais medições em períodos relativamente curtos, obtem-se informações altamente interessantes quanto à evolução e o comportamento da máquina até que a mesma atinja uma situação estável. Com isso sabe-se com segurança qual a estabilidade significativa de um equipamento durante a sua operação.

Pelo exposto, observa-se imediatamente que as medições periódicas da temperatura em pontos isolados não fornecem informações adequadas à manutenção preditiva e preventiva, já que as mesmas tardam demais, não permitindo prever, mas tão somente saber o que já aconteceu. Por tal motivo, as regiões ou pontos mais perigosos ou críticos devem ter sua temperatura medida de maneira contínua ou seja, há necessidade de monitoração constante.

O mesmo aplica-se no caso de medidas de pressão, em que os valores medidos fornecem dados importantes para análise do que está ocorrendo com o equipamento; tomemos como exemplo a necessidade de controle da pressão de óleo no mesmo mancal do exemplo anterior. A queda da pressão de óleo nesse ponto indica o início de algum tipo de problema e caso exista um monitoramento adequado em tal circuito, este pode conduzir a uma parada do equipamento na eventualidade da pressão cair abaixo de um determinado valor. Supondo que o monitoramento seja contínuo, pode-se atuar antes que a situação atinja este ponto crítico, procurando-se a causa desta queda, que pode nos mostrar diferentes situações, tais como entupimentos de filtros, deficiência de bomba de lubrificação, perda de viscosidade do óleo, etc.

Existem diversas outras situações em que as medidas de pressão e temperatura podem predizer o comportamento dos equipamentos; uma delas é a medição de eficiência de máquinas rotativas onde em conjunto com a análise química e medidas de vazão consegue-se determinar quanto um compressor está perdendo em seu sistema de selagem e assim prever até quando o mesmo poderá operar com segurança dentro das faixas estabelecidas de produtividade. Além disso, pode-se saber antecipadamente em qual

conjunto de selos o departamento de manutenção concentrará seus esforços na próxima revisão.

Estas mesmas medidas podem ser utilizadas para determinação de eficiência de máquinas rotativas no tocante a incrustações e deposições sobre a parte rotativa e estática dos conjuntos, permitindo prever quais equipamento deverão ser abertos para limpeza e até quando os mesmos poderão trabalhar dentro das faixas de produtividade estabelecidas.

Outros exemplos em que as medidas de temperatura e pressão são largamente utilizadas provêem das obstruções e incrustações que vão se depositando em tubos de trocadores de calor e com isso diminuindo sua eficiência térmica. Uma análise dos dados obtidos nas medidas de temperatura e pressão permite prever com antecedência o número de trocadores de calor que deverão ser abertos para limpeza na parada da unidade produtiva. Este mesmo tipo de atitude pode ser tomado em relação aos dados obtidos com medida de pressão em filtros de processo, permitindo prever sua limpeza ou substituição ou ainda a sua vida residual.

Talvez a melhor utilização das medidas de temperatura e pressão na manutenção preventiva e preditiva seja na aplicação de métodos para estimativa de vida residual sob fluência.

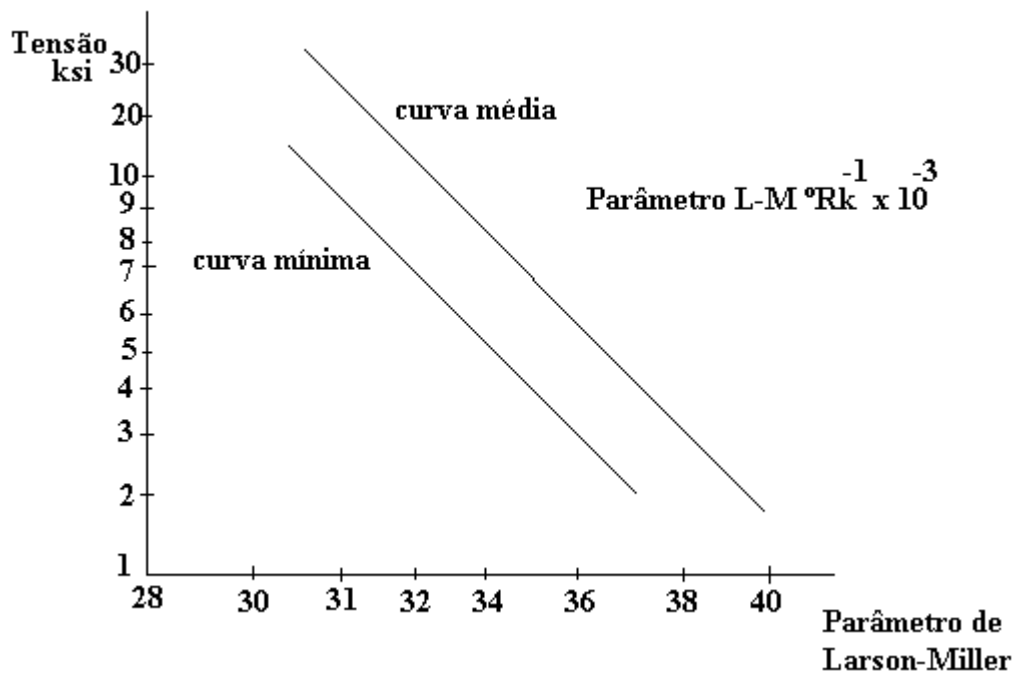
O fenômeno da fluência (creep) pode ser caracterizado como um fenômeno de deformação plástica ao longo do tempo, causado por um carregamento mecânico, mais intenso com o aumento da temperatura; em termos práticos, pode-se dizer que a fluência pode conduzir à fratura os aços de baixa liga em temperaturas acima de 370ºC.

Freqüentemente é colocada a questão sobre quanto tempo um determinado componente ou equipamento poderá ser mantido em serviço em condições de fluência. Isto geralmente ocorre quando são constatadas deformações em operação ou em paradas das unidades produtivas para manutenção, quando o equipamento aproxima-se ou ultrapassa 100.000 horas de operação ou quando ocorrem mudanças nas condições operacionais, previstas ou não.

Existem diversos métodos para se tentar responder esta questão; não existe, entretanto, um método geral que permita sempre uma estimativa segura da vida residual. A técnica mais utilizada no acompanhamento da vida de um determinado componente é a avaliação da vida residual a partir da história termomecânica; esta técnica baseia-se na somatória dos períodos de vida do componente nas quais as condições de serviço (tensão e temperatura) tenham sido consideradas constantes ou com poucas variações.

Assim se na parcela **A**, o material operou na temperatura "$\mathbf{T_i}$"e na tensão "$\boldsymbol{\sigma_i}$"durante um tempo "$\mathbf{t_i}$", considera-se que foi consumida uma fração da vida do material correspondente a $\mathbf{t_i/tr_i}$ onde '$\mathbf{tr_i}$"seria o tempo total necessário para a fratura nas condições "$\mathbf{T_i}$"e "$\boldsymbol{\sigma_i}$".

Deste modo, cada parcela "**i**"é considerada independente da história anterior, devendo a soma das parcelas ser igual a 1 na ruptura.

Neste caso, as condições de temperatura e pressão tem de estar sob constante monitoramento, com o número de horas trabalhadas em cada condição devidamente registradas. Os dados necessários para a aplicação da regra da fração linear de vida são obtidos da literatura, sendo a fonte mais utilizada a publicação do API RP-530.

Na figura são apresentados os dados do API indicando as curvas de referência de Larson-Miller para os valores correspondentes ao comportamento mínimo e médio que se poderia esperar de um determinado tipo de aço. Considerando-se uma tensão correspondente à que está se submetendo o material, obtem-se o valor no eixo dos X para o parâmetro P de Larson-Miller, cuja expressão é:

$$P = (T + 460)\ (\log tr + 15)$$

Onde t é a temperatura em serviço em ºF.

Com esses dados obtem-se o valor correspondente a "**$tr = tr_i$**"que é o tempo necessário para a fratura naquela temperatura; calcula-se após isso, a fração da vida "**$t_i = tr_i$**".

Adota-se o mesmo tipo de cálculo para cada temperatura a que o material esteve submetido nos respectivos tempos "**t_i**"e finalmente somam-se todas as frações de vida "**t_i / tr_i**"; o valor final multiplicado por 100 corresponde ao percentual já consumido da vida do material.

Este procedimento permite prever com relativa segurança e apoiado na experiência já adquirida ao longo dos anos, a necessidade ou não de uma substituição de um equipamento ou componente em uma parada programada ou se o mesmo já não permite a menor confiabilidade.

O acompanhamento pode ser melhor complementado por ocasiões de paradas para manutenção, quando podem ser aplicados outros ensaios de apoio, com métodos metalográficos, que de acordo com estudos realizados por Neubauer indicam a relação entre a presença de vazios intergranulares e o estágio de fluência do material.

A grande vantagem desse exame está na possibilidade de um estudo com caráter não destrutivo, através da aplicação de réplicas, cuja técnica consiste na obtenção da microestrutura do material, sem ensaio destrutivo, por meio de aplicação de um filme plástico (que pode ser plástico de transparência amolecido por imersão em acetona) sobre a superfície do material; a microestrutura é obtida em negativo para posterior análise microscópica.

Outro exemplo em que as medidas de temperatura são extremamente importantes na manutenção preditiva/preventiva é o emprego da termografia, em que a localização de pontos quentes ou frios em um componente ou equipamento é realizada de uma maneira prática e segura.

Normalmente a aparelhagem utilizada consiste de uma câmara especial, acoplada ou não a um sistema de vídeo-tape, um osciloscópio adaptado convenientemente, que expõem as imagens térmicas na sua tela e por último a bateria de alimentação do sistema.

O sistema capta e registra diferenças de temperaturas; sua teoria é baseada na lei de Stefan-Boltzmann, segundo a qual se exprime quantitativamente a energia radiante emitida por qualquer corpo, como resultado do movimento atômico e molecular associado com a temperatura.

A câmara transforma o sinal da imagem térmica em elétrico, através de um sistema ótico que explora o campo de visão em alta velocidade e transmite a radiação infravermelha para um detector especial (índio-antimônio resfriado por nitrogênio), que a converte em sinal elétrico.

Durante a operação normal, o termograma aparece com uma contínua graduação de tons cinzas; as regiões quentes aparecem mais claras que as frias.

O sinal de vídeo para o tubo de imagem não dá nenhuma informação relativa à temperatura média da imagem, só fornecendo as diferenças de temperatura dentro da imagem, indicando-as pelas variações de intensidade de cinza na tela; dessa maneira é necessário ter um dado valor de temperatura como referência, que poderá ser a do ambiente.

O rendimento do processo é alterado em certas circunstâncias que devem ser levadas em conta:

- Os componentes de um sistema tem seu resfriamento devido a convecção natural e forçada; assim as suas temperaturas caem com a velocidade do vento superior a 25 km/h e, pela mesma razão com as chuvas, pois haverá um resfriamento acentuado dos componentes defeituosos, que dificultará sua avaliação e identificação.
- A luz solar causa falsa indicação, devido ao reflexo nos objetos inspecionados. Por isso, a investigação deve ser feita em angulo que assegure leituras não influenciadas pelo sol ou observar o objeto de diversos ângulos para assegurar uma indicação correta. Existe um filtro anti-solar que minimiza esse efeito podendo por isso ser utilizado. Deve-se evitar que a câmara receba luz solar diretamente. Quando o sol chega a causar perturbações aos operadores, é preferível adiar o trabalho e só realiza-lo após o por do sol.
- Para que sejam confiáveis as medições com o aparelho, o sistema deve estar no mínimo com 50% de sua carga máxima, pois o calor gerado é proporcional à carga do sistema, o que poderia indicar baixa temperatura nas horas de pequena carga.
- O comprimento de onda de luz empregada (infra-vermelho) permite usar o equipamento em horários noturnos, quando normalmente ocorrem cargas máximas no sistema e não existe interferência da luz solar.

As principais aplicações do processo de termografia são:

- Na verificação de possível queda de eficiência de fornos devido a perdas de calor por problemas de refratário, com a medida realizada na chaparia externa.
- Tubulações de vapor, óleo, gás, etc. que sofram problemas de aquecimento.
- Na verificação de problemas de aquecimento em motores e geradores (escovas, rabichos e mancais).
- Em levantamento de perdas de frigorias em equipamentos operando em temperatura abaixo de 0ºC.
- Em verificação de problemas de subestações, com aquecimento excessivo de disjuntores, transformadores, bobinas, conectores, seccionadores, isoladores, etc.

O sistema permite ainda obter o registro fotográfico da imagem térmica, através de máquinas tipo Polaroid, acoplada à unidade de vídeo; há possibilidade também de elaboração de programas de computador para registrar as diferenças de temperatura e elaborar gráficos e mapas térmicos.

Como últimos exemplos de medida de temperatura na manutenção preditiva/preventiva temos as tintas indicadoras de temperaturas, que mudam de cor quando uma determinada temperatura é atingida, indicando visualmente uma alteração de condição de trabalho de um equipamento, indicação esta que pode ser observada a distâncias consideráveis e que permitirá a execução de ensaios complementares mais detalhados por ocasião da parada para manutenção ou parada imediata caso as condições operacionais do momento saiam do controle.

MEDIÇÕES DE VIBRAÇÃO – NÍVEL DE SOM :

Uma vibração pode ser definida como uma oscilação periódica ao redor de um ponto em equilíbrio; em termos de manutenção preditiva, a ênfase é dada às vibrações mecânicas, as quais aparecem em estruturas metálicas e material construtivo, empregados em engenharia.

O barulho e as vibrações nada mais são que expressões de um mesmo fenômeno; o som nada mais é que uma vibração mecânica no ar e que está dentro da faixa de freqüência e acuidade auditiva. É perfeitamente possível a existência de vibrações que não são ouvidas ou percebidas, bastando que estejam fora de tais faixas.

Embora os equipamentos e máquinas modernas sejam construídos dentro de padrões rigorosos de tolerâncias, com material cada vez mais perfeito, não existe equipamento perfeito, assim como não há máquina ou equipamento isento de vibrações. Este fato ocorre porque os materiais construtivos não são totalmente homogêneos, em função dos custos de fabricação, obrigando a utilização de “materiais de engenharia”, que apresentam as características mecânicas desejadas com custos absorvíveis.

Existe inclusive, estabelecido por normas e especificações, o valor de desbalanceamento residual que cada equipamento deve apresentar dentro das aplicações de sua classe, assim como os diferentes tipos de máquinas devem apresentar um nível de vibrações dentro de valores indicados por especificações válidas em âmbito regional ou mesmo internacionais.

Mesmo esse desbalanceamento residual pode dar origem a vibrações ou barulhos pela transformação de parte da energia fornecida à máquina, nessas grandezas. Com o aparecimento de folgas devido ao desgaste natural das peças e componentes em movimento, o nível das vibrações aumenta, assim como o do barulho.

Na eventualidade de conhecermos e determinarmos a origem de uma vibração específica, a sua medida indicará qual o componente que está se desgastando, o que exige que se saiba a priori, quais os mecanismos que originam a referida vibração. Existem inúmeras causas e origens para as vibrações, mas algumas de tais causas são comuns na maioria das máquinas e equipamentos; vamos verificar as mais importantes.

Desbalanceamento:

Pela definição da International Standards Organization (ISO), balancear é um processo pelo qual a distribuição de massas de um rotor é verificada e se necessário corrigida, a fim de garantir que as vibrações nos eixos e/ou forças nos mancais na freqüência de operação se encontrem dentro de limites especificados. No balanceamento presume-se que o projeto do rotor é tal que o centro de massa coincide dentro de certos limites com o eixo de rotação, e que a correção de massa necessária (balanceamento) para

cada rotor se limite a sanar os problemas provenientes das tolerâncias dimensionais inevitáveis, defeitos e variação da homogeneidade do material.

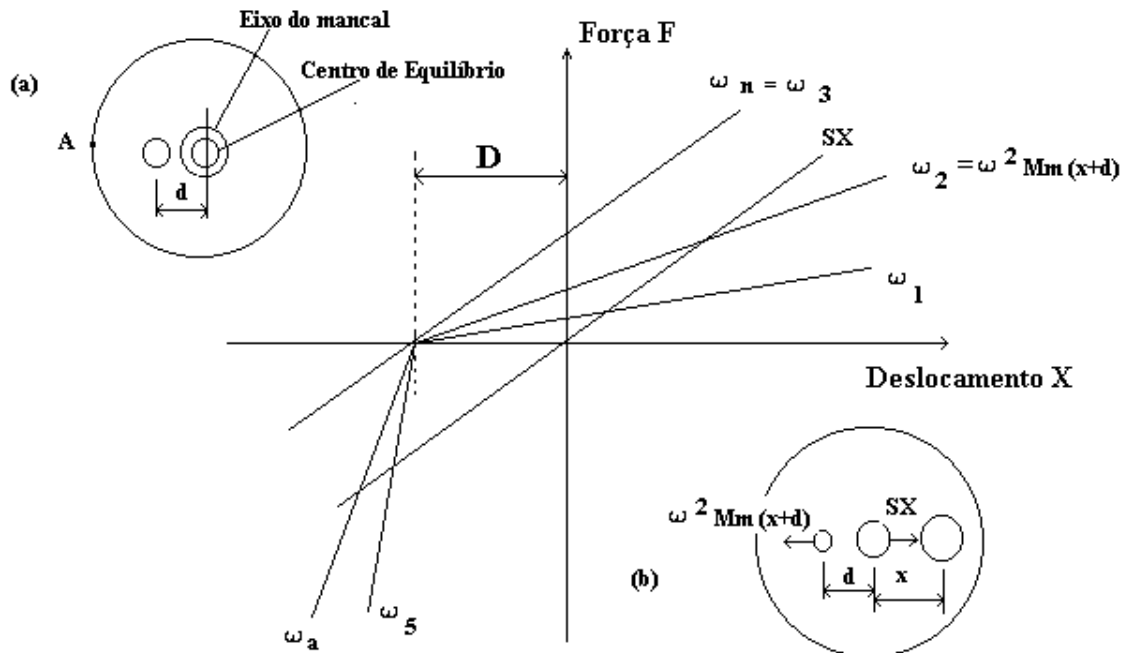
É sabido que toda a máquina ou equipamento admite um determinado desbalanceamento denominado desbalanceamento residual, e que permanece após o balanceamento estático e dinâmico do componente. Tal desbalanceamento residual é proporcional ao peso dinâmico e expressa em mmg e o desbalanceamento propriamente dito em mmg/kg. No caso de desbalanceamento, as causas mais comuns são as seguintes:

- Assimetria ou dissimetria;
- Não homogeneidade do material;
- Excentricidade;
- Desalinho dos rolamentos;
- Desbalanceamento hidráulico ou aerodinâmico.

O desbalanceamento dá origem a uma vibração bem determinada, cuja freqüência é igual à do componente. Se, para exemplificar, tomarmos um disco genérico girando em torno de um eixo vertical de peso desprezível, podemos admitir que o disco seja totalmente rígido e os suportes e os mancais infinitamente rígidos, com o que o sistema não perde energia. As forças radiais horizontais que intervem no processo são as seguintes, como ilustra a figura abaixo. Suponhamos o disco em repouso, e que seja **d** a distância entre o centro do eixo e o centro de gravidade do disco. O ponto indicado por A é o ponto de equilíbrio, ou centro de equilíbrio, definido como o ponto no plano radial que passa pelo centro de gravidade e que intercepta o eixo de rotação na posição estática do disco. Se o disco se puser a girar, aparecerá uma força centrífuga que age no centro de gravidade, fazendo-o tender para fora e tal força é equilibrada pela rigidez do eixo. Em qualquer velocidade de rotação deve haver equilíbrio entre as forças centrífuga e de elasticidade do eixo, ou seja, deve ser em todo instante obedecida a equação:

$$M_m (d+x)\omega^2 = S.x$$

onde **x** representa a deflexão do eixo, ou seja, a distância radial entre o centro de equilíbrio e o eixo do mancal. A figura ilustra a força centrífuga para várias velocidades de rotação, sendo sempre $\omega_1 = \omega_i + 1$.

A intersecção entre as duas linhas que representam as forças centrífuga e de elasticidade constitui o ponto de equilíbrio do rotor em cada velocidade. À medida que a velocidade de rotação cresce, o ponto de equilíbrio tende a se posicionar em região mais afastada do centro de rotação, até que seja atingida uma velocidade de rotação $\boldsymbol{\omega_0}$ onde as forças elásticas não atingem o valor necessário para equilibrar a força centrífuga, ficando as linhas paralelas, tornando o equilíbrio inviável. Esta velocidade é denominada de **velocidade crítica** e a mesma corresponde à situação de **ressonância do sistema girante**. Acima da velocidade de rotação crítica, as linhas correspondentes às forças centrífuga e elástica tornam a se encontrar e, então, a inclinação da linha $\boldsymbol{\omega^2 M_m (d + x)}$ aumenta até que para uma velocidade grande, a deflexão **x** se aproxima do valor **d** e o rotor tende a girar em torno de seu centro de gravidade. Para a rotação do rotor em torno de seu centro de gravidade acima da primeira velocidade crítica, o processo é denominado **centragem de massa**. Embora as equações diferenciais que caracterizam as velocidades críticas sejam as mesmas, o fenômeno físico não o é, uma vez que os rotores flexíveis não vibram na sua velocidade crítica, intervindo outros fenômenos. No caso de manutenção preventiva, uma máquina considerada balanceada quando funcionando, uma vez que obedece às especificações pertinentes à sua classe, deve apresentar determinado nível de vibração devido ao desbalanceamento.

Com o funcionamento do equipamento, aparecerá depois de algum tempo um determinado desbalanceamento. É importante saber **como** tal desbalanceamento aparece. Caso o desbalanceamento se apresente com um crescimento que é uma função do tempo de operação, o mesmo é devido à deposição de partículas na superfície de maneira não homogênea, com a deposição desigual de poeira nas pás de ventiladores e exaustores, assim como pode ser originado por um desgaste eólico das extremidades das palhetas em turbinas de alta velocidade. Por outro lado, caso o desbalanceamento se apresente de maneira intempestiva ou rápida, isto pode significar o rompimento de uma palheta de turbina, a quebra ou amassamento de uma pá de ventilador ou exaustor ou mesmo o rompimento de uma peça móvel determinada.

A alternativa indicada para eliminar os problemas surgidos com o desbalanceamento é a parada e reparo do equipamento seguido de um balanceamento de seus componentes rotativos. O balanceamento bem executado implica no aumento de segurança em qualquer circunstância, aumentando também a vida útil e a eficiência do equipamento; a precisão de balanceamento de um rotor é definida pela norma ISSO 1940.

Anos de experiência práticas levaram ao levantamento de 10 classes de qualidade para o balanceamento de peças rotativas; em forma de tabela, a norma ISO fornece sugestões para a seleção da classe de qualidade dos rotores mais comumente encontrados em máquinas e aparelhos. Para roda de automóveis, por exemplo, é recomendada a classe G 40; como valor orientativo de peças individuais de motores de veículos automotivos é sugerido G 16, para ventiladores e induzidos de motores elétricos normais G 6,3 e para rotores de turbo-alimentadores G 2,5. Para melhor caracterização das classificações de qualidade, os números referentes a cada classe de qualidade para rotores em forma de disco também fornece a **velocidade de rotação do centro de gravidade** "**e**ω". Essa grandeza, o produto entre "**e**"= **desbalanceamento correspondente à massa do rotor** (também conhecido como **afastamento do centro de gravidade**) e a velocidade angular ω, não deve ultrapassar ao valor de 6,3 mm/s, no caso de um rotor em forma de disco de qualidade G 6,3.

Nos corpos cilíndricos que normalmente são compensados em dois planos, as classes de qualidade também se aplicam. Neste caso o "**e**"é o deslocamento do centro de gravidade na pior hipótese, isto é, quando os desbalanceamentos nos dois planos agem na mesma direção e sentido.

Uma medida absoluta e exata para a qualidade de compensação da massa de um rotor é o desbalanceamento residual existente. Por este motivo não se especifica no desenho de projeto, a velocidade periférica **eω** e sim o "**desbalanceamento residual admissíve**l".

Temos pois:

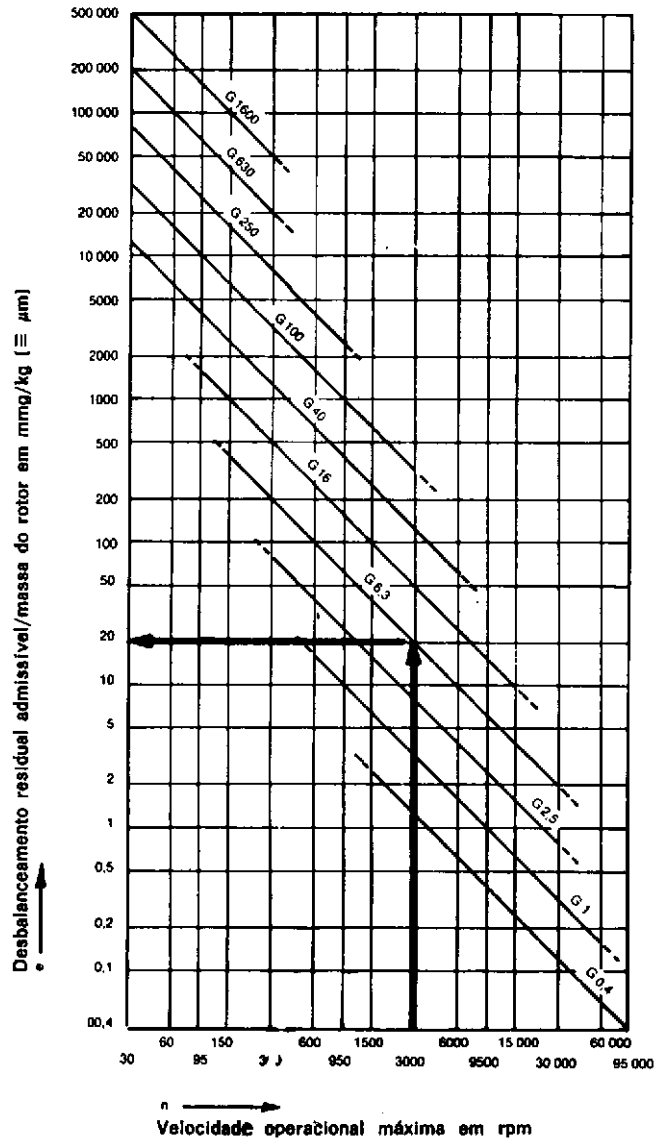
$$U_{res} = e.m \text{ (mmg)}$$

Onde: m= massa do rotor, em kg

e = desbalanceamento correspondente à massa do rotor, em mm/kg.

O desbalanceamento residual específico é obtido da figura de norma ISO 1940. Obtem-se deste diagrama o valor **e** para a respectiva classe de qualidade **G**, em função da rotação operacional **n**.

Classes de qualidade para desbalanceamento de rotores rígidos:

(ISO 1940 – VDI 2060)

Temos aqui um exemplo típico derivado da prática, ou seja, para um induzido de motor elétrico com uma massa m = 0,5 kg e a rotação operacional de n = 3000 rpm. Uma linha vertical partindo da rotação nominal é levantada até a linha diagonal, com a qual é especificada a classe de qualidade G 6,3. Na altura da interseção com esta linha lê-se no canto esquerdo o valor:

$$e = 20 \text{ mmg/kg}$$

Para este exemplo, obtem-se:

$$U_{res} = e.m = 20 \text{ mmg/kg} \times 0,5 \text{ kg} = 10 \text{ mmg}$$

Rotores de forma cilíndrica, tais como induzidos de motores elétricos normais, são balanceados em dois planos, em máquinas de balanceamento. Para casos de distribuição relativamente uniforme de massa e posição normal dos planos de compensação, será então admissível para cada plano, a metade do desbalanceamento residual, calculado para a respectiva classe de qualidade.

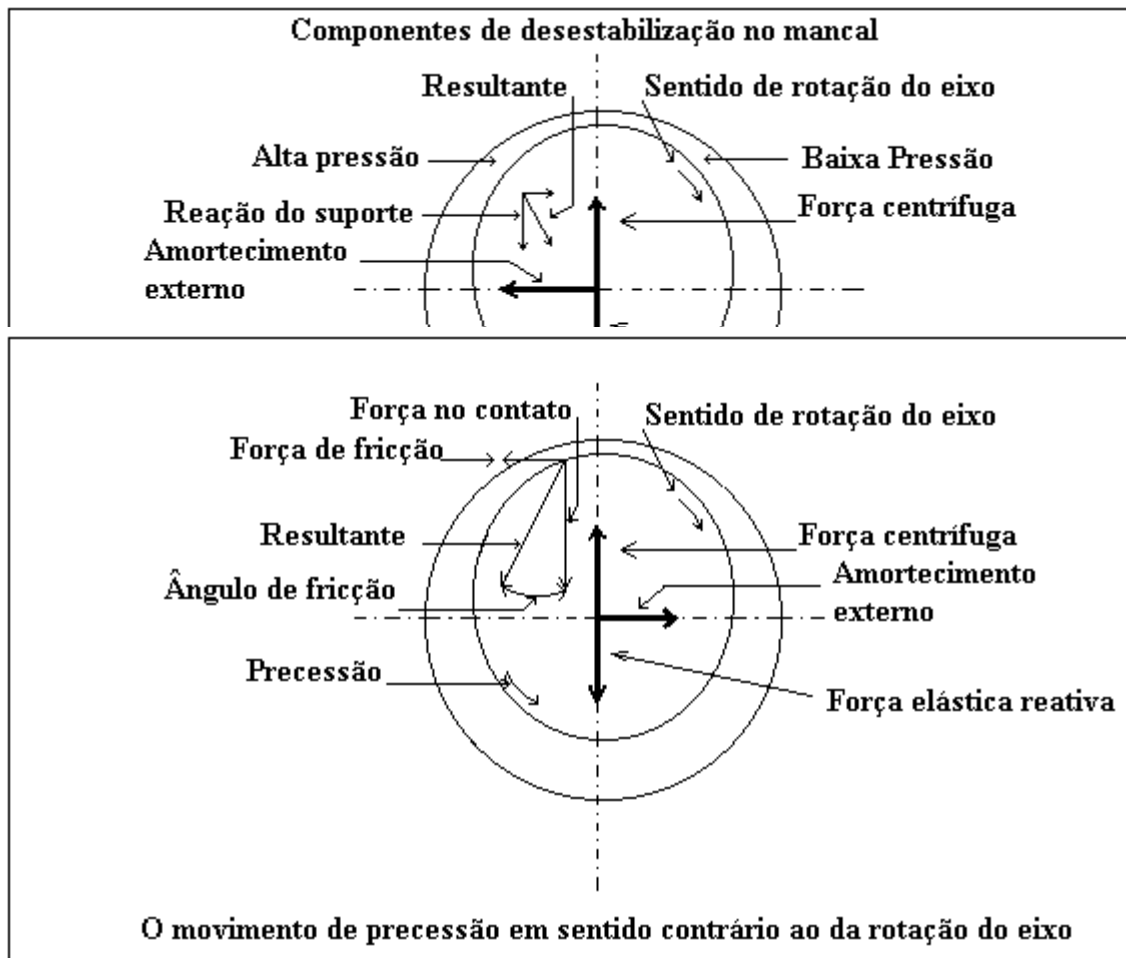
No exemplo citado é permitido portanto, um desbalanceamento residual de 5 mmg para cada plano. Isto significa que num raio de 10 mm é permitida a existência de uma massa de desbalanceamento de U = 0,5 g ou num raio de 100 mm, uma massa de desbalanceamento de somente 0,05 g.

Turbulência do filme de óleo:

Quando um eixo genérico está na posição de equilíbrio em relação a seus mancais, o seu eixo de rotação não é centrado com o eixo geométrico dos mancais. Concomitantemente, a distribuição de pressão no óleo em torno do ponto de folga entre o eixo e o mancal não é simétrico porque há perda de carga do fluído que atravessa tal espaço e a pressão a montante é superior aquela à jusante. Na eventualidade de admitirmos a hipótese de uma distribuição linear das velocidades do óleo entre o eixo e o mancal, a velocidade média será igual à metade da rotação do mancal.

Uma conseqüência da distribuição assimétrica da pressão do óleo, é o aparecimento de forças tangenciais que se dirigem de maneira precessional em relação ao eixo em dadas condições, originando um movimento divergente. Com isso, a freqüência do turbilhonamento situa-se num valor aproximadamente igual à metade da rotação do eixo. Este fenômeno é observado comumente quando a velocidade de rotação do eixo é cerca do dobro da freqüência própria (natural) do conjunto eixo-mancal-máquina-fundações.

Tal instabilidade é dotada de uma propriedade que denominaremos de "inércia"porque o fenômeno desaparece quando a velocidade de rotação é baixa, sendo observável a uma velocidade inferior à mencionada, ou quando o movimento é provocado nessa altura durante a movimentação até atingir a rotação de regime, ou estacionária.

A figura seguinte ilustra esquematicamente a distribuição das forças quando o fenômeno está presente. A segunda figura ilustra o movimento de precessão, cujo sentido é contrário ao sentido de rotação do eixo. Tais figuras esquemáticas permitem ter uma idéia do fenômeno existente.

Como existe um contacto entre o eixo e o mancal na ausência de lubrificação, a reação exercida pelo mancal sobre o eixo tende a originar uma precessão no sentido inverso ao de rotação. De outro lado, o módulo desta força de reação é aproximadamente igual à força do contato, originando-se a possibilidade de atingir um regime instável. Caso a instabilidade tenha lugar, a sua freqüência será independente da rotação do eixo.

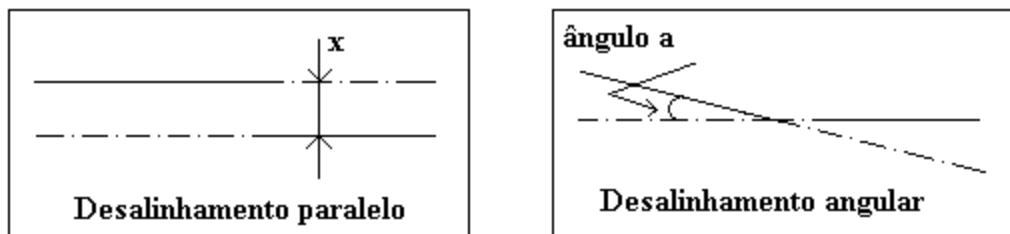
O aparecimento desta instabilidade dificilmente é detectável através de medidas de aceleração no mancal. O procedimento mais adequado consiste em executar a medida do deslocamento do eixo em relação ao mancal.

Desalinhamento:

Assim como o desbalanceamento, o desalinhamento dá origem a uma vibração; no caso do desbalanceamento, a freqüência das vibrações coincide com a rotação do rotor, mas no caso de desalinhamento, podem aparecer além da correspondente à rotação, outras freqüências iguais ao dobro e ao triplo da velocidade de rotação. De maneira geral, existem dois tipos de desalinhamento: paralelo e angular. A figura abaixo ilustra esquematicamente os dois tipos de desalinhamento.

O importante para diferenciar as vibrações oriundas de desbalanceamento daquelas oriundas de desalinhamento é que enquanto o desbalanceamento apresenta vibração com

Desalinhamento paralelo

Desalinhamento angular

componentes máximas radiais, o desalinhamento apresenta componentes com amplitude máxima no sentido axial. Em base a tal dado, o alinhamento de máquinas e equipamentos deve ser executado com as mesmas funcionando em condições normais e observando-se as vibrações axiais e radiais, de preferência simultaneamente.

Geralmente o desalinhamento aparece em máquinas acopladas em tandem (em série), embora possa também aparecer em máquinas simples. Exemplificando, é comum o desalinhamento paralelo entre a linha de centro dos eixos e a linha de centro dos rolamentos. Excetuando-se os casos de desalinhamento excessivo, o mesmo não origina vibrações elevadas nos rolamentos, devido à reação dos próprios mancais, de apoio às forças produzidas pelo desalinhamento. Aparecem mais freqüentemente, vibrações com componentes radiais e axiais, sendo importante observar que quando o mancal possui rolamentos de esferas ou de rolos, existirá sempre uma vibração, independentemente de existir ou não desalinhamento ou desbalanceamento.

O desalinhamento é detectado pela observação da relação entre as amplitudes das vibrações axiais e radiais. Como veremos oportunamente, o eixo torto dá origem a uma vibração análoga a do desalinhamento e, por tal motivo, ao executar a medição aparece a dúvida: trata-se de desalinhamento ou eixo torto? Entretanto, basta observar que **quando as vibrações axiais apresentarem uma amplitude superior a uma vez e meia a amplitude das vibrações radiais, existe grande possibilidade de ocorrer um defeito: eixo torto ou desalinhamento**.

Eixo torto (defletido):

Num equipamento qualquer, a existência de um eixo torto dá origem a uma vibração cuja freqüência é o dobro da freqüência de rotação angular do eixo em questão. É fácil

imaginar que, quando um eixo está torto, ao girar o mesmo executa um movimento de “cotovelo” nos rolamentos, e a carga é distribuída de maneira aproximadamente uniforme na superfície dos rolamentos, em duas posições normais ao eixo. Entre essas duas posições, há uma concentração de esforços, inicialmente num dos terminais do rolamento e, a seguir no outro terminal. Tais esforços apresentam uma periodicidade igual a duas vezes a rotação do eixo. Nos caso práticos, uma deflexão ou “entortamento”igual ou superior a 50 μm dá origem a uma vibração de amplitude apreciável.

Os casos de eixo torto podem ser percebidos imediatamente, independentemente do uso de instrumentos ou dispositivos de medição. Entretanto, quando tal se dá, o entortamento é tão grande que possivelmente outras peças já foram danificadas e provavelmente inutilizadas, principalmente rolamentos. É comum os eixos cardã de veículos automotivos apresentarem um entortamento por vários motivos e tal entortamento aumenta com o uso do veículo e, quando percebido, haverá necessidade de substituir não somente o eixo mas também as cruzetas e rolamentos. No maquinário e equipamento industrial, o fenômeno é análogo, sendo importante que a manutenção preditiva detete a irregularidade logo que a mesma apareça, visando evitar que o equipamento se danifique e exija reparos de monta, cujos prejuízos são por demais visíveis, além da perda de produção.

CLASSIFICAÇÃO DAS ORDENS DE SERVIÇO

Para todo serviço realizado preencher o “Relatório de Execução Serviço e Registro de Histórico”.

Os executantes devem relatar 9:00 horas/dia de trabalho. Preencher um “Relatório de Execução de Serviços” para treinamentos, reuniões e tempos ociosos.

As Ordens de Serviço, serão classificadas pelo: Tipo de Serviço, Tipo de O.S. e pela Classe, conforme abaixo.

Toda O.S. aberta tem que conter o Número de Horas Planejadas.

As O.S.'s periódicas (Preventivas) com frequências de execução definidas serão abertas através do Módulo.

Tabela 1

Tipo de Serviço	Tipo OS	Classe
CO - Corretivo	C - Corretivo	C - Civil DS - Desenho DV- Diversos E - Elétrica I - Instrumentação M - Mecânica
LU - Lubrificação	P - Planejado	
MA - Meio Ambiente MC - Modificações Civis ME - Modificações Elétricas MM - Modificações Mecânicas	D - Diversos	
NS - Novos Serviços	P - Planejado	
PR - Preditiva / Inspeção PV - Preventiva	P - Planejada	
RF - Reforma	D – Diversos	
SA - Serviços de Apoio	D – Diversos	
SE - Segurança	D - Diversos	
SO - Serviços de Oficina	C - Cor. / P - Planej / O - Out.	
TC – Terceiros / IVAI	C - Corretiva	
TR – Treinamento/Reunião	D - Diversos	

OBS: Não utilizar os Códigos MA / MC / ME / MM para a Equipe de Manutenção. Estes Códigos serão utilizados nas OS. abertas para as empresas terceiras.

As O.S.'s não periódicas (Ordens de Serviço que não possuem frequência definida) serão abertas através do Módulo específico do software.

Siga as Instruções abaixo para preencher os Campos:

INTERV. [ ] - Identifique o Código da Intervenção como:

CO*	LU*	MA*
PR*	PV*	MC*
RF*	SA*	ME*
SE*	SO*	MM*
TC*		

E o sistema irá gerar uma identificação sequencial.

TIPO [ ] Selecione umas das opções disponíveis para o Tipo de Serviço

CLASSE [ ] Selecione uma das opções disponíveis para Identificar a Classe

SUPERV. [ ] Identifique para toda as O.S.'s o supervisor resp. pelo serviço

HRS. TOTAIS
PLAN [ ] Informe o no. de horas total previsto p/ execução do serviço.

MAIS

TIPO DA OS. [ ] Selecionar uma das opções possíveis (P- Planej / C - Cor / D - Div)

1.1 Abertura de O.S. "Serviços de Oficina" (SO)

Para todos dos "Serviços realizados em Oficina" tais como:

Caldeiraria
Usinagem
Recuperação/Calibração de Instrumentos
Recuperação de Gavetas
Confecção de RPR
Desenhos e Projetos
Recuperação de Motores Elétricos
Recuperação de Redutores
Recuperação de Bombas

Proceder da seguinte forma para abrir Ordem de Serviço:

INTERV [SO*] - Servicos de Oficina

TIPO [SO] Selecione uma das opções disponíveis

CLASSE [ ] Selecione uma das opções disponíveis

SUPERV. [ ] Identifique para toda as O.S.'s o supervisor resp.pelo serviço

HRS. TOTAIS
PLAN [ ] Informe o no. de horas total previsto p/ execução do serviço

MAIS

TIPO DA OS. [D - Diversos]

1.2. Abertura de O.S. "Serviços de Apoio" (SA)

Para atender a serviços realizados nos seguintes locais : Mina
Laboratório

Prédio Administração
Alojamentos

proceder da seguinte forma para abrir:

INTERV SA* - Serviços de Apoio

TIPO SA Selecione uma das opções disponíveis

CLASSE Selecione uma das opções disponíveis

SUPERV. Identifique para toda as O.S.'s o supervisor resp. pelo serviço

HRS. TOTAIS
PLAN Informe o no. de horas total previsto p/ execução do serviço

MAIS

TIPO DA OS. D - Diversos
•

1.3. Abertura de O.S. "Modificações Mecânicas/Elétricas/Civis

Importante: Não utilizar estes códigos para a equipe de Manutenção. Estes códigos serão utilizados nas O.S.'s abertas para as empresas terceiras.

Proceder da seguinte forma:

INTERV - Selecione MM* / ME* / MC*

TIPO Selecione uma das opções disponíveis: MM / ME / MC

CLASSE DV Diversos

SUPERV. 99 Supervisor Terceiros

HRS. TOTAIS
PLAN Informe o no. de horas total previsto p/ execução do serviço

MAIS

TIPO DA OS. D - Diversos
•

1.4. Abertura de O.S. para atender: IVAI / Execução de Desenhos

Será aberta uma O.S. mensal para cada área. Todos os Serviços deverão ser apropriados nestas Ordens de Serviço

OS – IVAI	OS - DESENHOS
Equipamento: A-523B - Área de Britagem	Equipamento: Oficina
Interv: TC*	Interv: SO*
Tipo: TC – Terceiros	Tipo: SO – Serviços de Oficina
Classe: DV – Diversos	Classe: DS – Desenhos
Sup. 99 – Spv. Terceiros	Sup.: Telso
Tipo OS: C – Corretivo	Tipo OS: D - Diversos

* Distribuir uma cópia desta OS para Cada Supervisor da Manutenção

2. Tabela Orientativa para Emissão de O.S.'s

	Tipo de Serviço	Classe de Serviço	Tipo da O.S.
Serviços identificados pela PREDITIVA	PR	M E I	P
Serviços emitidos por PLANOS PERIÓDICOS DE MANUTENÇÃO	PV	M E I	P
Serviços para EXECUÇÃO DE DESENHOS	SO	DS	P
Serviços para EXECUÇÃO EM OFICINA	SO	M E I	P C D
Serviços para ATENDIMENTO DE APOIO LABORATÓRIO	SA	M E I	D
Serviço para atender IVAI	TC	M E I	D
Serviços para atender MODIFICAÇÕES: MEC/ELET/CIVIL	MC ME MM	M E I	D
TREINAMENTO	TR	M E I	D

O.S. para atender ÍTENS DE SEGURANÇA	SE	M E I	D

3. Relatório de Histórico de Equipamentos

Para se saber os serviços realizados nos equipamentos, podemos consultar o Histórico de 02 maneiras:

1 . Serviço em Andamento → Emissão da O.S. → Impressão de O.S. → Emitir o elatório: HISEQUI2.REP (Histórico de Equipamentos - Serviços em Execução).

2 - Histórico → Exibir Histórico → Emitir o relatório: HISEQUI3.REP (Histórico de Equipamentos - O.S.'s Arquivadas).

4. Obtenção de dados para o Relatório Mensal

4.1. Cálculo do TBMP (Trabalho em Manutenção Preventiva)

$$TBMP = \frac{\text{Somatório Horas Trabalhadas (PV + PR) + NS + RF + SE + TR}}{\text{Horas Disponíveis da Manutenção}}$$

Para se obter as horas trabalhadas proceder da seguinte forma:

Coswin

Serviço em Andamento → Ordem de Serviço → Seleção de O.S.'s e utilizar o filtro abaixo:

a) Tipo Interv: P* MAIS Data At. Manut.: 01/XX/1997 31/XX/1997

e imprimir o relatório LSTOT2.REP (Lista de O.S.'s - Horas Programadas), que contém o somatório das horas trabalhadas

b) Tipo Interv: NS MAIS Data At. Manut.: 01/XX/1997 31/XX/1997

e imprimir o relatório LSTOT2.REP, que contém o somatório das horas trabalhadas

c) Tipo Interv: RF MAIS Data At. Manut.: 01/XX/1997 31/XX/1997

e imprimir o relatório LSTOT2.REP, que contém o somatório das horas trabalhadas

d) Tipo Interv: SE MAIS Data At. Manut.: 01/XX/1997 31/XX/1997

e imprimir o relatório LSTOT2.REP, que contém o somatório das horas trabalhadas

e) Tipo Interv: TR Data At. Manut.: 01/XX/1997 31/XX/1997

e imprimir o relatório MAIS EP, que contém o somatório das horas trabalhadas

4.1.1. Cálculo do Homem-Hora Disponível (Produtivo) no mês

Mecânica: No. de func.X 8,8 horas X No. dias úteis no mês
Exemplo: 22 X 8.8 X 21 (Set/97)

Elétrica: No. de func.X 8,8 horas X No. dias úteis no mês
Exemplo: 11 X 8.8 X 21 (Set/97)

Instrumentação: No. de func.X 8,8 horas X No. dias úteis no mês
Exemplo: 4 X 8.8 X 21 (Set/97)

4.2. Cálculo do TBMC (Trabalho em Manutenção Corretiva)

$$TBMC = \frac{\text{Somatório Horas Trabalhada CO + TC (Terceiros)}}{\text{Horas Disponíveis da Manutenção}}$$

Para se obter as horas trabalhadas proceder da seguinte forma:

Coswin
Serviço em Andamento → Ordem de Serviço → Seleção de O.S.'s e utilizar o filtro abaixo:

a) Tipo Interv: C0 | MAIS | Data At. Manut.: 01/XX/1997 31/XX/1997

e imprimir o relatório LSTOT2.REP (Lista de O.S.'s - Horas Programadas), que contém o somatório das horas trabalhadas

b) Tipo Interv: TC | MAIS | Data At. Manut.: 01/XX/1997 31/XX/1997

e imprimir o relatório LSTOT2.REP, que contém o somatório das horas trabalhadas

4.3. Cálculo do TBSO (Trabalho em Serviços da Oficina)

$$TBSO = \frac{\text{Somatório Horas Trabalhada SO (Serviços Oficina)}}{\text{Horas Disponíveis da Manutenção}}$$

Para se obter as horas trabalhadas proceder da seguinte forma:

Coswin
Serviço em Andamento → Ordem de Serviço → Seleção de O.S.'s e utilizar o filtro abaixo:

a) Tipo Interv: SO | MAIS | Data At. Manut.: 01/XX/1997 31/XX/1997

e imprimir o relatório LSTOT2.REP (Lista de O.S.'s - Horas Programadas), que contém o somatório das horas trabalhadas

4.4. Cálculo do TBSA (Trabalho em Serviços de Apoio)

TBSA = Somatório Horas Trabalhada AS (Serviços Apoio)
Horas Disponíveis da Manutenção

Para se obter as horas trabalhadas proceder da seguinte forma:

Coswin
Serviço em Andamento → Ordem de Serviço → Seleção de O.S.'s e utilizar o filtro abaixo:

a) Tipo Interv: SA | MAIS | Data At. Manut.: 01/XX/1997 31/XX/1997

e imprimir o relatório LSTOT2.REP (Lista de O.S.'s - Horas Programadas), que contém o somatório das horas trabalhadas

4.5. Cálculo do DPM (Disponibilidade do Pessoal de Manutenção)

Homem-hora disponível: Conforme calculado no item 4.1.1

Homem-hora utilizado = H.h disponível (item 4.1.1) – TBMP – TBMC – TBSO – TBSA

DPM = H.h disponível (item 4.1.1) – TBMP – TBMC – TBSO – TBSA
H.h disponível

4.6. Gráfico

Os dados cálculados acima serão lançados no gráfico: " TRABALHOS " (no Excel) que constará do relatório Mensal.

Importante: Só após emitidos todos os relatórios acima, proceder ao arquivamento das O.S.'s concluídas.

Se esta operação for realizada antes de se emitir os relatórios acima, o número de horas das O.S.'s que foram arquivadas será perdido.

Para obtê-las, será necessário repetir as mesmas operaçõees acima no módulo:

Manutenção → Histórico → Exibir Histórico – Imprimir relatorio HISEQUI4.REP (Histórico de Equipamentos - Horas Trabalhadas).

4.7. Cálculo do Back Log Mensal

O Back Log representa o total de horas de serviço pendentes da Manutenção. Portanto para se obter este número devemos identificar o número de Homens-Hora planejados pendente nas O.S.'s do módulo:

Manutenção → Serviço em Andamento → Emissão de O.S. → e utilizar o filtro abaixo:

Data: | | |
| 0 | | 1

Est.O.S. Usuário/ Sist

Classe de Intervenção M Mecânica

e imprimir o relatório LSTOT2.REP (Lista de O.S.'s - Horas Programadas).

Considerar para a Mecânica que os Planos de Manutenção Preventiva consumirão 8 dias/mês.

Efetuar a soma das horas programadas pendentes dos relatórios emitidos e então:

$$\text{Back Log Mecânica} = \frac{\text{Número Horas Pendentes}}{\text{No. func. X 8,8 horas/dia}} + 8 \text{ dias}$$

Lançar este dado no gráfico "Back Log" do Relatório Mensal.

Data:

Est.O.S. Usuário/ Sist 0 1

Classe de Intervenção Elétrica

Considerar para a Elétrica que os Planos de Manutenção Preventiva consumirão 2 dias/mês.

Efetuar a soma das horas programadas pendentes dos relatórios emitidos e então:

$$\text{Back Log Elétrica} = \frac{\text{Número Horas Pendentes}}{\text{No. func. X 8,8 horas/dia}} + 2 \text{ dias}$$

Lançar este dado no gráfico "Back Log" do Relatório Mensal.

c) Data:

Est.O.S. Usuário/ Sist

Classe de Intervenção I Instrumentação

e imprimir o relatório LSTOT2.REP (Lista de O.S.'s - Horas Programadas).

Considerar para a Instrumentação que os Planos de Manutenção Preventiva consumirão 8 dias/mês.

Efetuar a soma das horas programadas pendentes dos relatórios emitidos e então:

Back Log Instrumentação = $\frac{\text{(Número Horas Pendentes)}}{\text{No. func. X 8,8 horas/dia}}$ + 8 dias

Lançar este dado no gráfico "Back Log" do Relatório Mensal.

4.8. Relatório de horas paradas da Usina

Antes de iniciar a digitação de horas de parada do mês, limpe o banco de dados das informações constantes do mês anterior através da opção "Eliminação em Lote" da janela Diagnóstico de Equipamento, informando:

Data Limite Superior: ...

As Paradas da Usina deverão ser relatadas no módulo:

Manutenção → Registro de Equipamento → Diagnóstico.

Elas serão informadas por equipamento causador da parada.

Paradas classificadas pela produção como "Moagem" ou que não se classificam dentro de um equipamento devem ser classificadas como "USINA-GERAL"

As paradas serão informadas e classificadas pelo seu responsável, como abaixo:

P.ELE1 – Parada Produção devido a Manut. Elétrica - Fase 1
P.ELE2 – Parada Produção devido a Manut. Elétrica - Fase 2
P.INS1 – Parada Produção devido a Manut. Instrum. - Fase 1
P.INS2 – Parada Produção devido a Manut. Instrum. - Fase 2
P.MEC1 – Parada Produção devido a Manut. Mec. - Fase 1
P.MEC2 – Parada Produção devido a Manut. Mec. - Fase 2
TERC1 - Parada Produção devido a Terceiros Fase-1
TERC2 - Parada Produção devido a Terceiros Fase-2

As horas serão informadas em horas decimais.

Para se obter o número de horas de parada por equipamento com suas respectivas causas emitir o relatório:

Manutenção → Registro de Equipamento → Diagnostico → imprimir o relatório PARADAS.REP (Relatório de Paradas da Produção).

Para se obter o número de horas paradas por área responsável e suas respectivas causas, emitir o relatório:

Manutenção → Registro de Equipamento → Diagnostico → imprimir o relatório PARADAS3.REP (Relatório de Paradas da Usina).

5. Relatórios Contratuais

5.1. Relação de O.S.'s paralisadas por Falta de Material

Manutenção → Serviço em Andamento → Emissão da O.S. e utilizar o filtro abaixo:

Data: Inferior [ ] Superio [ ]

Est O.S.: [M] - Aguardando Material

Consulte a relação de O.S.'s geradas Aguardando Material e então emitir o relatório LSTOT3.REP (Lista de O.S.'s - Aguardando Material).

Importante: No caso de materiais em falta para a execução das O.S.'s, registrar na janela "Notas" as informações relativas ao material e solicitação de compra.

Para que este relatório possa ser gerado é necessário que o aprovisionador forneça as seguintes informações ao programador para serem digitadas:

Número O.S.	Cód. Material	Quant. Falta	Descrição	SCM ou RPR	Número RC

5.2. Relação de O.S.'s por Serviço Externo

Manutenção → Serviço em Andamento → Emissão de O.S. e utilizar o filtro abaixo:

Data: Inferior [ ] Superio [ ]

Est O.S.: [S] - Serviço Externo

Consulte a relação de O.S.'s geradas para Serviço Externo e então emitir o relatório LSTOT4.REP (Lista de O.S.'s - Serviço Externo).

Para que este relatório possa ser gerado é necessário que o aprovisionador forneça as seguintes informações ao programador para serem digitadas:

Número da O.S.	Número PSE	Data Pedido

5.3. Relatórios Gerais de Ordens de Serviço

Relatório de Ordens de Serviço, por turmas de Manutenção.

Emitir semanalmente o relatório completo de O.S., separadamente por modalidade de Manutenção:

Manutenção → Serviço em Andamento → Emissão da O.S. → e utilizar o filtro abaixo:
:

Data [ ] [ ]

Est.O.S. Usuário/Sist. [ ] [0] [ ] [1]

Classe Intervenção : E – I – M

5.4. Relatório de Planos de Preventiva a Executar

Informa a relação dos Planos de Preventiva que serão executados na semana posterior à emissão do mesmo. Deve constar o número de Homens-hora .

1 - Planejamento → Plano de Serviço [Plano] botão Plano, selecionar "Impressora" → selecionar Visualizar e definir :

- A data da semana de interesse.
- O período máximo dos planos a serem impressos: 6 Semanas .

- Equipamentos: clique na caixa à esquerda para ficar disponível o intervalo de equipamentos cujos planos deverão ser impressos. Faça a impressão do plano, que então irá gerar um cronograma.

2 – Emissão de Lista das O.S.'s constantes nos planos de Preventiva

Manutenção → Serviços em Andamento → Emissão da O.S. e utilizar o filtro abaixo:

Tipo Interv: PV P. Planej [MAIS] [Núm. Plano]

e emitir o relatório LSTOT.REP (Lista de O.S.'s - Horas Trabalhadas).

5.5. Relatórios de Preventivas Executadas

1 – O Relatório do ítem 12.4 parágrafo 1 será também um cronograma dos Serviços Executados.

2 – Emissão de Lista das O.S.'s executadas dos planos de Preventiva.

Manutenção → Serviços em Andamento → Emissão da O.S. e utilizar o filtro abaixo:

Data: Coloque a data do último dia útil da semana anterior .

Tipo Interv: PV - P. Planej.

Est. O.S. [C]

[MAIS] Número do Plano : [ ]

e emitir o relatório LSTOT2.REP (Lista de O.S.'s - Horas Programadas).

6. Informações de O.S.'s paralisadas

O Aprovisionador deverá preencher o Formulário anexo, e entregá-lo ao Programador para atualização das O.S.'s que estão paralisadas por falta de Material e/ou Serviço Externo.

7. Tabela Orientativa das Causas de Parada da Usina

MOINHO 001 - Troca Placas / Tarugos 002 - Troca / Reaperto paraf e placas 003 - Sist. Lubrificação mancais 004 - Sist. Levant. escovas 005 - Temp. alta no Redutor 006 - Motor Principal 007 - Troca Tela Trommel 008 - Calha de Refugo 009 - Sist. Lubrif. Corôa/Pinhão 010 - Selagem Obstruída 011 - Defeito Sistema de Spray	PENEIRAS 060 - Fixação de Telas 061 - Fixação de Trilhos	BALANÇA 075 - Calibração de Balança
BOMBAS 030 - Solda/Mont./Des. de Tubulação 031 - Troca de Bomba 032 - Troca Curva/ Tubulação Mangote 033 - Troca de Gaxetas 034 - Troca Bucha Cx. Gaxeta 035 - Queima de Fusível 036 - Sobrecarga Painel 037 - Tubulação Obstruida 038 - Conversor Frequência 039 - Troca da Polia 040 - Conexões Frouxas	MOTORES 070 - Baixa Isolação Motor	TRANSPORTADORES 080 - Troca de Roletes
USINA-GERAL 050 - Parada Prog. Manutenção 051 - Solda no Distrib. Ciclones 052 - Lógica PLC 053 - Troca de Válvula 054 - Soldar/Mont/Desmontar Tubulação 055 - Troca Cartão Analógico	TERCEIROS 085 - Falta Energia Elétrica 086 - Interlig. Rejeito 087 - Britador Obstruído 088 - Alimentador Defeituoso	CICLONES 090 - Falta Sobressalente 091 - Revestimento Danificado
AGITADORES 095 - Quebra de Redutor	COMPRESSORES 100 - Painel Desajustado	

8. Ordens de Serviço Fixas Mensais

As ordens de Serviço abaixo, devem ser abertas mensalmente:

Tag	Descrição	Interv.	Tipo	Classe	Superv.	Tipo OS
A-532B	Área de Britagem (Serviços Gerais)	TC*	TC	DV	99	C
Oficina	Oficina (Serviços Gerais)	SO*	SO	DS	Telso	D
Usina-Geral	Engaxetamento de Bombas	CO*	CO	M	0012	C
Usina-Geral	Inspeção Nível de Óleo	CO*	CO	M	0012	C
Usina-Geral	Ajuste Tensão Correias Transmissão	CO*	CO	M	0012	C
Usina-Geral	Corrigir Vazamento em Tubulação	CO*	CO	M	0012	C
Usina-Geral	Medir Temperatura Garras Elétricas	CO*	CO	E	0014	C
Usina-Geral	Apropriação Horas Trab. CORRETIVA	CO*	CO		Telso	C
Usina-Geral	Apropriação Horas Trab.Prev/Pred/NS/RF	PV*	PV		Telso	P
Usina-Geral	Apropriação Horas Trab. Serviços Oficina	SO*	SO		Telso	D
Usina-Geral	Apropriação Horas Trab. Serviços Apoio	SA*	AS		Telso	D
Usina-Geral	Apropriação Horas Trab. – Terceiros	TC*	TC		Telso	C
Usina-Geral	Apropriação Horas Trab.-Trein./Reu/Org.	TR*	TR		Telso	D

Diariamente emitir a Lista de Ordens de Serviço que foram abertas para a Elétrica-Instrumentação e Mecânica.

9. Sequência para obtenção do Índice Médio de Vibração - MASTER TREND

1 - Diagnósticos e Relatórios
2 - Criação de Relatórios
3 - Exceção Análise
4 - Relatório de Indice de Vibração
5 - Ajuste Máquina de Interesse: 1
6 - Período: 01/08/97 até 31/10/97 (Definir um intervalo de 3 meses)
7 - Tipo de intervalo de tempo: 3
8 - No. de Intervalos Fixos:1
9 - Leitura a incluir: Todos Disponíveis
10 - Incluir dados Inválidos : No
11 - Ajuste Parâmetros p/ Incluir: -1
12 - Além do Global, procure:

Parâmetro 1 - No	Parâmetro 4 - No	Parâmetro 7 - No	Parâmetro 10 - No
Parâmetro 2 - No	Parâmetro 5 - No	Parâmetro 8 - No	Parâmetro 11 - No
Parâmetro 3 - No	Parâmetro 6 - No	Parâmetro 9 - No	Parâmetro 12 - No

Det. Alta Freq. No

Page Down

Prim. Tipo Unid. p/ scan: Velocidade
Seg. Tipo Unid. p/ Scan: Aceleração

10. Apropriação de Horas Trabalhadas em Serviços que não irão para o Histórico de Equipamentos

Foram abertas O.S.'s Fixas mensais, para os serviços mais frequentes que ocorrerem.
Ex. Engaxetamento de Bombas.
Regulagem Tensão Correias de Transmissão

Os Executantes dos serviços deverão então apropriar as horas trabalhadas nestas Ordens de Serviço no Formulário: APROPRIAÇÃO DE HORAS/DIÁRIAS, entregando o formulário diariamente a seu Supervisor.

As horas trabalhadas nestas Ordens de Serviço fixas, serão lançadas pelos Supervisores no Formulário: Relátorio de Apropriação de Horas Trabalhadas em O.S., e semanalmentes passadas ao Programador para Registro no Coswin.

Os Supervisores farão um filtro dos serviços importantes a serem registrados no Histórico.

As horas trabalhadas, nos serviços que não serão lançados no Histórico serão registradas pelo Programador em Ordens de Serviços fixas:

Apropriação Horas Trabalhadas em Corretiva
Apropriação Horas Trabalhadas em Preventiva/Preditiva/Novos Serviços/Reforma
Apropriação Horas Trabalhadas em Serviços de Oficina
Apropriação Horas Trabalhadas em Serviços De Apoio
Apropriação Horas Trabalhadas para Terceiros
Apropriação Horas Trabalhadas em Treinamento/Reuinão/Organização

Utilizando o Formulário: "Apropriação de Horas Trabalhadas em O.S."

11. Cálculo do MTBF e MTTR

MTBF - Tempo médio entre Falhas

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Número de Horas Disponíveis}}{\text{Número de Paradas mês}} = \frac{\text{Total Dias no Mês X 24 H.}}{\text{No. Paradas no Mês}}$$

MTTR – Tempo Médio para Reparo

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tempo Total de Paradas p/ Manutenção}}{\text{No. de Paradas no Mês}}$$

PLANOS DE MANUTENÇÃO

Os Planos Semanais de Lubrificação, Manutenção Preventiva e Preditiva serão gerados automáticamente pelo software de manutenção.

Eles serão emitidos e distribuídos pelo “Programador” na semana anterior aos Supervisores de Manutenção.

O Programador emitirá semanalmente a relação de O.S.’s pendentes, cobrando dos Supervisores de Manutenção o encerramento dos serviços concluídos.

2. Distribuição dos Serviços

Os Supervisores de Manutenção farão a distribuição diária dos Serviços para sua equipe, utilizando formulário apropriado.

Esta programação será realizada pelos Supervisores no dia anterior, podendo sofrer alterações após o Plano de Ação Diário.

O Gerente de Manutenção deverá acompanhar diariamente para exigir o preeenchimento desta programação.

3. Plano de Ação Diário

Das 7:00 às 7:15Hs será realizado uma reunião entre Gerente de Manutenção, Supervisores de Manutenção e Supervisor da Produção.

Nesta reunião serão analisados os Relatório de Produção e os relatórios dos serviços executados pela equipe de turno da Manutenção.

O objetivo será analisar e traçar um plano de ação para corrigir as falhas ocorridas, devendo gerar ações de curto, médio e longo prazo.

Após o registro destas ações em livro adequado, transferí-las para o software através de OS. ou Pedido de Intervenção.

Diariamente serão avaliadas as ações concluídas dos planos anteriores.

4. Preenchimento de Formulário

Para todo serviço realizado pela equipe de Manutenção em turno, será preenchido o formulário: “RELATÓRIO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO E REGISTRO DE HISTÓRICO”.

Estes relatórios serão analisados para identificação das “causas” dos problemas e servirão para alimentar o “Histórico dos Equipamentos”, após análise dos Supervisores.

Os Supervisores de Manutenção serão os responsáveis para exigir o preenchimento correto e com informações precisas sobre o serviço realizado.

5. Controle de Horas Paradas

Diariamente o Gerente de Manutenção analisará a Planilha de Controle de Disponibilidade Eletromecânica e tomará as ações necessárias para eliminar as causas dos problemas.

As horas paradas serão informadas no software.

Classificar as horas de paradas conforme o responsável:
Parada Mecânica
Parada Elétrica
Parada Terceiros

Classificar nas “Causas” as reais origens do problema.
Ex.: quebra da placa de moinho.

Confeccionar : Relatório de Parada da Fábrica por Modalidade (Paradas)
Confeccionar: Relatório de Causa de Parada dos Equipamentos (Paradas3)

6. Cadastramentos dos Planos de Manutenção Preventiva, Preditiva e Lubrificação

O cadastramento dos Equipamentos e Planos de Manutenção consiste numa atividade em constante evolução.

O software é utilizado para emissão de O.S.’s não programadas e para cadastramentos de Solicitações de Serviço.

7. Ordens de Serviço: Critérios de Classificação

Tipos de O.S.:

Planejada (Preventiva, Preditiva, Inspeção e Lubrificação)
Corretiva
Outras (Segurança, Meio Ambiente, Modificações Elétricas, Mec. e Civil)

Tipos de Serviços:

PV – Preventiva
PR – Preditiva - Inspeção
LU – Lubrificação

CO – Corretivo
SE – Segurança
RF - Reforma
MA – Meio Ambiente
MM – Modificações Mecânicas
ME – Modificações Elétricas
MC – Modificações Civil

Modalidades de Serviço:

M – Mecânica
E – Elétrica
I – Instrumentação
C – Civil
DV – Diversos (Modificações Mecânicas, Elétricas e Civis)
DS - Desenhos

As Ordens de Serviço para sanar os problemas identificados pela Preditiva e Planos de Inspeções serão abertas como Ordens de Serviço Preventivas.

Serão abertas Ordens de Serviço para a Confecção de Desenhos

Os Serviços de Modificações realizados pelas empresas terceiras serão Gerenciados pelo software de manutenção. A responsabilidade pelo preenchimento e encerramento destas O.S.'s, após a conclusão, é desta empresa.

Os tempos ociosos das equipes de Manutenção serão classificados nas O.S.'s como:
Aguardando Material
Aguardando Serviços Externos
Aguardando Disponibilidade de Mão-de-Obra.
Aguardando Transporte

8. Relação de Serviços Pendentes

O software tem o recurso de listar todas as "Ordens de Serviço" e "Pedidos de Intervenções" abertas e pendentes para administração do Back Log. Estas relações serão utilizadas nas Reuniões Semanais entre Manutenção e Produção.

9. Reuniões Semanais entre Produção e Manutenção

Serão realizadas reuniões semanais entre a Equipe de Gerenciamento da Manutenção e Produção. Elas serão realizadas às Quintas-feiras, e tratarão das prioridades da próxima semana assim como os problemas ocorridos na semana anterior.

10. Horas Extras

Será dispendido um esforço para diminuir o volume de Horas Extras da Manutenção. Para isto o Gerente de Manutenção, juntamente com os Supervisores analisarão e aprovarão antecipadamente a realização de Horas Extras.

11. Procedimentos Padrões de Manutenção

A Equipe de Manutenção confeccionará “Procedimentos Padrões de Manutenção”, conforme modelo anexo, e cronograma a ser confeccionado.

12. Materiais de Manutenção

A disponibilidade de sobressalentes no Almoxarifado, compromete o desempenho dos serviços realizados pela Manutenção, e coloca em risco a confiabilidade de produção da Planta.

Tem sido comum a reutilização de componentes já comprovadamente desgastados, e a desmontagem de equipamentos em estoque para retirada de componentes. Isto promove a “canibalização” das instalações, comprometendo a confiablidade

Implantamos um controle paralelo ao Almoxarifado para tentar agilizar e identificar com maior antecedência a falta destes ítens.

13. Revisão dos Planos de Manutenção Preventiva e Lubrificação

Os Planos de Manutenção Preventiva e Lubrificação cadastrados no software, são os Planos originais atualmente em uso. Será confeccionado um cronograma para revisão e adequação destes Planos.

14. Configuração do Software

SEGURANÇA

Grupos	Usuários
gerente	
Programador	
Supervisores	

GLOBAL

Períodos Contábeis:
Semana: 7
Mês: 30
Trimestre: 90
Semestre: 180
Ano: 365

MANUTENÇÃO

Código de Barras :
Equip. 1
Empr. 0

Códigos Diversos:
Dia: D
Sem: S
Zona: Z
Função: F
C.Custo: CC
Família: F
Comentários: Comentários
Classe: Cl

Tarifas:
1 -Tarifa Normal
2 - Hora extra 50%
3 - Hora extra 100%

INTERVENÇÕES:

Planejamento:
0 - Eventual/Corretiva
1 - Planejada p/ início
2 - Planejada p/ fim
3 - Data Fixa.
4 - Em Parada

Prioridades:
A/B/C/D - 5

Tipo:
PV - Preventiva
PR - Preditiva
LU - Lubrificação
CO - Corretiva
SE - Segurança
RF - Reforma
MA - Meio Ambiente
MM - Modificações Mecânicas
ME - Modificações Elétricas
MC - Modificações Civis

Classe:
M - Mecânica
E - Elétrica
I - Instrumentação
C - Civil
DV - Diversos
DS - Desenhos

Identificadores das Intervenções:
CIV –1   ELET – 1   INST – 1   LUB – 1   MEC – 1

ORDENS DE SERVIÇO:

Tipo:
P - Planejada
C - Corretiva
O - Outras

Estado:

0 - Aberta	A
1 - Aguardando Material	M
1 - Aguardando Serv. Ext.	S
1 - Aguardando Disp. M. Obra	H
1 - Aguardando Parada	P
1 - Aguardando Transporte	T
1 - Em Execução	E
2 - Concluída	C
3 - Arquivada	F

15. Registro de Intervenções

Ao se cadastrar as intervenções é necessário identificá-las através de um código. Este código poderá ser formado do seguinte modo:

XXX-YYY-ZZ   Exemplo: LUB-U50-AL

XXX – Tipo de Serviço:
LUB – Lubrificação
PME – Preventiva Mecânica
PEL –Preventiva Elétrica
PIN – Preventiva Instrumentação

YYY – Número de Identificação do Plano (U60, M24, E03, I05, etc.)

ZZ – Código da Família do Equipamento (AL, AG, MO, etc.)

Planejamento: Cadastrar os Planos em : 3 – Na data fixa.

Recursos: Cadastrar os recursos necessários, conforme previsto nos planos CVRD

Frequência: Cadastrar a frequência dos planos nas semanas definidas no “Relatório Geral de Programação de Preventivas”.

16. Relação de Peças de Reposição (RPR)

% DE FUNCIONÁRIOS MANUTENÇÃ0

Este número depende do tipo atividade, e principalmente do nível de contratação de serviços de terceiros.

1. Se a empresa terceirizou totalmente os serviços de manutenção através de contrato gestão global, teremos somente 1 ou alguns gestores do contrato como funcionários efetivos próprios.

A porcentagem dos funcionários de manutenção terceiros / sobre efetivo local (produção + manutenção + administrativos + etc.) neste caso pode variar de 10 a 20 %.

2. Se a manutenção é realizado predominantemente pelo efetivo próprio e alguns serviços são executados via contratação de serviços, o índice no. funcionários de manutenção próprios / efetivo local varia em torno de 8 a 15 %.

3. Em média, o efetivo manutençao total (proprio + terceiros) / efetivo usina está em torno de 12 a 25 %.

A consideração que deve-se ter é se a unidade de produção é mão de obra intensiva. Neste caso, o efetivo manutenção / efetivo local (produção + manutenção + administrativos + etc.) é menor.

Se a unidade é muito automatizada e de capital intensivo, com um grande nível de degradação/desgaste/abrasão, como mineradoras, a porcentagem efetivo manutenção é maior, podendo chegar de 30 até 40 % do efetivo total.